

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación



Hugo Fernando López-Arévalo
Pedro Sánchez-Palomino
Olga L. Montenegro
EDITORES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*
en la Orinoquía colombiana:
Ecología, manejo sostenible y conservación

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación

Hugo Fernando López-Arévalo

Pedro Sánchez-Palomino

Olga L. Montenegro

EDITORES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES



**UNIVERSIDAD
DE LOS LLANOS**

La Universidad de cara a la sociedad
por la acreditación institucional

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre



AÑO DE LA COLECCIÓN MAMÍFEROS
MAYO 2014 - ABRIL 2018

Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25 del Instituto de Ciencias Naturales,
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, 2014

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

El Chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana : ecología, manejo sostenible y conservación / editores Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino, Olga L. Montenegro ; Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. -- Bogotá : Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, 2014
436 p. : il., mapas, fots. -- (Biblioteca José Jerónimo Triana ; No. 25)

Incluye referencias bibliográficas

ISBN : 978-958-761-921-8 (tapa rústica) -- ISBN : 978-958-761-922-5 (e-book)

1. Chigüiros - Hábitos y conducta - Orinoquía (Región) – Colombia 2. Chigüiros – Ecología 3. Comunidades bióticas - Colombia 4. Conservación de la vida silvestre – Colombia I. López Arévalo, Hugo Fernando, 1963- II. Sánchez Palomino, Pedro, 1959- III. Montenegro Díaz, Olga Lucía, 1963- IV. Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre V. Serie

CDD-21 599.3234 / 2014

Todos los derechos reservados:

© Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá
Instituto de Ciencias Naturales.

© Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino y Olga L. Montenegro, editores

Comité Editorial JJT:

Germán Amat-García
Jaime Uribe Meléndez
Jaime Aguirre Ceballos
Diego Giraldo Cañas

Fotografías:

C. C. Serna
Elizabeth Mesa-González
Ingritts Marcela García Niño
Karol B. Barragán
Laín E. Pardo
Natalia Atuesta-Dimian
Nancy Burgos
Nelson Vélez
Olga L. Montenegro
Oscar Álvarez-Méndez

Asistentes de edición:

Elizabeth Mesa-González
Patricia Bejarano M.

Diseño y Diagramación:

Liliana Aguilar

Entidades colaboradoras:

Universidad Nacional de Colombia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía –
CORPORINOQUIA
Universidad de Los Llanos-UNILLANOS
Gobernación del Casanare

Impreso en Bogotá D.C., 2014

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Un compendio inicial del contenido de este libro fue realizado en el marco del convenio interadministrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106 suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), proyecto “Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana” fase V (2006).

La Dirección del Instituto y el Comité Editorial quieren rescatar los siguientes puntos respecto a la colección:

1. La Biblioteca José Jerónimo Triana está destinada a la publicación de trabajos de interés general en el campo de las Ciencias Naturales, que por su índole o extensión, no se ajustan a las normas previstas para las otras publicaciones del Instituto de Ciencias Naturales.
2. Las colaboraciones serán expresamente solicitadas por el Director quien se reserva el derecho de aceptarlas. Una vez aceptadas, su publicación depende de las apropiaciones presupuestales que la Universidad Nacional de Colombia destine para las publicaciones del Instituto de Ciencias Naturales o de eventuales subsidios que puedan ser aportados para ello.
3. Las ediciones aparecerán a intervalos irregulares, sin plazo fijo. Como ha sido norma de la Institución y por regla general, los trabajos se publican de acuerdo con el turno en que son recibidos, pero el Director podrá adelantar o posponer turnos dando prelación a los que considere de mayor urgencia.
4. La autoría, concerniente a las materias que se publiquen en la colección José Jerónimo Triana, así como la responsabilidad resultante de los conceptos, tesis y conclusiones de cualquier índole en que ellas se expresen recaen exclusivamente en correspondencia del autor. En lo posible se respetará el estilo literario del manuscrito original.

Cítese toda la obra como:

López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). 2014. *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 436 pp. Bogotá.

Cítese capítulos como:

Álvarez-Méndez, O. & K. Barragán. 2014. Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 185, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Biblioteca José Jerónimo Triana No. 25. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 436 pp. Bogotá.

CONTENIDO

LISTA DE AUTORES	11
PRESENTACIÓN	13
ACERCA DEL LIBRO	15
AGRADECIMIENTOS	17

SECCIÓN I

GENERALIDADES	19
---------------	----

1. El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766). 21
Elizabeth Mesa-González & Hugo Fernando López-Arévalo

SECCIÓN II

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE HÁBITATS	43
--	----

2. Caracterización de vegetación en sabanas anegables asociadas a poblaciones silvestres de *Hydrochoerus hydrochaeris* 45
Patricia Torrijos-Otero
3. Calidad del hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica 59
Angélica Rocío Guzmán-Lenis, Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro, Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino, Olga L. Montenegro & Marco A. Torres
4. Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare 77
Angélica Rocío Guzmán-Lenis, Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro, Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino, Olga L. Montenegro & Marco A. Torres

SECCIÓN III

ASPECTOS POBLACIONALES, GENÉTICOS, FISIOLÓGICOS Y ZOOSANITARIOS	103
---	-----

5. Estructura y productividad de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia 105
Patricia Bejarano M., Miguel Rodríguez & Nelson Vélez Á.
6. Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare) 125
Natalia Atuesta-Dimian, Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino, Olga L. Montenegro & Clara Inés Caro
7. Estudio citogenético del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana 147
Carlos Arturo Sánchez-Isaza & Ligia Mercedes Jiménez-Robayo
8. Caracterización genética de poblaciones silvestres de chigüiro en el Casanare 169
Carolina Correa Ospina & Luis Fernando García Pinzón
9. Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea en chigüiros silvestres (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare 185
Oscar Álvarez-Méndez & Karol B. Barragán F.
10. Estudios serológicos de *Brucella abortus* y *Leptospira interrogans* en poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare 197
Karol B. Barragán F. & Oscar Álvarez-Méndez

11. Estudios microbiológicos e histopatológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. 211
Oscar Álvarez-Méndez & Karol B. Barragán F.

SECCIÓN IV

MANEJO Y CONSERVACIÓN

225

12. Descripción y comparación del proceso de aprovechamiento de 6800 ejemplares de *Hydrochoerus hydrochaeris* en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare), Colombia 227
Patricia Bejarano M. & Nelson Vélez A.
13. Formulación de una propuesta de aprovechamiento sostenible de poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare 243
Patricia Bejarano M., Miguel Rodríguez & Nelson Vélez A.
14. Reforzamiento de poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) afectadas por sobre cosecha en el municipio de Hato Corozal (Casanare): Propuesta metodológica y viabilidad del proyecto 257
Natalia Atuesta-Dimian, Carlos Sarmiento-Pinzón, Karol B. Barragán F. & Olga L. Montenegro
15. Importancia del comportamiento animal en el planteamiento de estrategias de manejo de poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 273
Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro & Pedro Sánchez-Palomino
16. Implicaciones de la ecología espacial y del comportamiento de chigüiros en el manejo de sus poblaciones 285
Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro & Pedro Sánchez-Palomino
17. Área de acción y movimientos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Algunas consideraciones para su manejo 293
Ángela Andrea Camargo-Sanabria, Laín E. Pardo, Hugo Fernando López-Arévalo, Olga L. Montenegro, Pedro Sánchez-Palomino & Clara Inés Caro
18. Estimación de una cuota global-regional de aprovechamiento sostenible de *Hydrochoerus hydrochaeris* en las sabanas inundables de la orinoquía colombiana 311
Carlos Sarmiento-Pinzón & Olga L. Montenegro
19. Modelo de simulación de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el departamento de Casanare 337
Elizabeth Mesa-González, Hugo Fernando López-Arévalo, Pedro Sánchez-Palomino & Clara Inés Caro

SECCIÓN V

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y CULTURALES

361

20. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 363
Guillermo Quiroga Tapias & Oscar Álvarez-Méndez
21. Evaluación de rendimientos en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 383
Guillermo Quiroga Tapias & Ingritts Marcela García Niño
22. Aprovechamiento sostenible de subproductos y residuos de plantas de beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 397
Guillermo Quiroga Tapias & Ingritts Marcela García Niño
23. Prototipo de planta especializada para el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) 415
Guillermo Quiroga Tapias, Ricardo Arenas Olmos & Ingritts Marcela García Niño

LISTA DE AUTORES

Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro

Bióloga. Magíster en Ciencias-Biología. .
Contratista Universidad de Los Llanos Convenio No. 72, 2004.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
maldonadochaparro@yahoo.com

Ángela Andrea Camargo-Sanabria

Bióloga. Maestra en Ciencias.
Contratista Universidad de Los Llanos Convenio No. 72, 2004.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
alegnacamargo@yahoo.com

Angélica Rocío Guzmán-Lenis

Bióloga.
Contratista Universidad de Los Llanos Convenio No. 72, 2004.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
aguzmanlenis@yahoo.com

Carlos Arturo Sánchez-Isaza

Médico Veterinario. M.Sc.
Profesional Universitario,
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universi-
dad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
Laboratorio de Citogenética - Posgrado en Salud y Producción
Animal - Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
casanchezis@unal.edu.co

Carlos Sarmiento-Pinzón

Geógrafo. Magíster en Ciencias-Biología.
cesarmientop@unal.edu.co

Carolina Correa Ospina

Bióloga.
Departamento de Biología. Facultad de Ciencias.
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
cccorreao@unal.edu.co

Clara Inés Caro

Bióloga. M.Sc. Ecología.
Profesora Asistente. Instituto de Ciencias Ambientales de
la Orinoquia colombiana. Facultad de Ciencias Básicas e
Ingeniería. Universidad de Los Llanos.
Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible-
GIGAS. Universidad de Los Llanos, Villavicencio
clarainescaro@unillanos.edu.co, claracar02003@yahoo.com

Elizabeth Mesa-González

Bióloga. Magíster en Ciencias-Biología.
Contratista Universidad de Los Llanos, Convenio No. 72, 2004.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facul-
tad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede
Bogotá
emesag@unal.edu.co

Guillermo Quiroga Tapias

Zootecnista. M.Sc. Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional de Colombia
guiquit@yahoo.com

Hugo Fernando López-Arévalo

Biólogo. M.Sc., Doctor en Ciencias.
Profesor Asociado. Instituto de Ciencias Naturales. Uni-
versidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede
Bogotá
hflopeza@unal.edu.co, hflopeza@gmail.com

Ingritts Marcela García Niño

Zootecnista. M.Sc. Desarrollo Empresarial Agropecuario.
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
lapoderosamarce7@yahoo.com

Karol B. Barragán F.

Médica Veterinaria. Magíster en Ciencias-Biología.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede
Bogotá
karolbbf@yahoo.com

Laín E. Pardo

Biólogo. M.Sc
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
lepardov@yahoo.com

Ligia Mercedes Jiménez-Robayo

Médica Veterinaria. M.Sc., Ph.D.
Profesora Asociada. Facultad de Medicina Veterinaria y de
Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
Laboratorio de Citogenética - Posgrado en Salud y Produc-
ción Animal.
Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universi-
dad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
lmjimenezr@unal.edu.co

Luis Fernando García Pinzón

Biólogo. Ph.D.
Profesor Asociado. Departamento de Biología.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-
Sede Bogotá.
Grupo de Genética Evolutiva y Sistemática Molecular. Uni-
versidad Nacional de Colombia.
lfgarciap@unal.edu.co

Marco Aurelio Torres

Biólogo. Ph.D. Energía y Ambiente.
Profesor Asistente. Instituto de Ciencias Ambientales de
la Orinoquía colombiana. Facultad de Ciencias Básicas e
Ingeniería. Universidad de Los Llanos.
Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible-
GIGAS. Universidad de Los Llanos, Villavicencio.
marcotorres@unillanos.edu.co, mtorres38@unillanos.edu.co,
mtorres38@gmail.com

Miguel Rodríguez

Biólogo.
Grupo de Estudios Ecológicos Oikos
marcbm@colomsat.net.co

Natalia Atuesta-Dimian

Bióloga.
Contratista Universidad de Los Llanos, Convenio No. 72, 2004.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
natatuesta@yahoo.com

Nelson Vélez A.

Biólogo. Magíster en Ciencias-Biología.
Grupo en Estudio Ecológicos Oikos.
nva@oikoscolombia.org

Olga L. Montenegro

Bióloga. M.Sc., Ph.D.
Profesora Asociada. Instituto de Ciencias Naturales.
Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-
Sede Bogotá.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
olmontenegrod@unal.edu.co,
olmontenegrod@gmail.com

Oscar Álvarez-Méndez

Médico Veterinario.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
racsovet@yahoo.com

Patricia Bejarano M.

Bióloga. Esp. SIG. Magíster en Ciencias-Biología.
Grupo de Estudios Ecológicos Oikos
pabejaranom@unal.edu.co

Patricia Torrijos-Otero

Bióloga. Magíster en Ciencias-Biología.
Grupo de Estudios Ecológicos Oikos.
patorrijos@gmail.com,
ptorrijoso@unal.edu.co

Pedro Sánchez-Palomino

Biólogo. M.Sc.
Profesor Asistente. Departamento de Biología. Facultad de
Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad
de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
psanchezp@unal.edu.co.

Ricardo Arenas Olmos

Arquitecto Proyectista
ricardoarenas68@yahoo.es



PRESENTACIÓN

“En cierto modo era más fácil para nuestros poetas hablar de el éburneo cisne sobre el quieto estanque, o escribir sobre los lánguidos camellos de elásticas cervices, que poder hablar de los chigüiros que abundan en las llanuras orientales de Colombia. Aprendimos que la cultura viene de afuera, que la lengua vino de afuera, que la belleza verdadera es la condensada en los cánones ilustres de Fidias y de Praxiteles, y crecimos en la incapacidad de mirarnos, de reconocer lo que somos, de aprender a valorar la naturaleza y la originalidad de nuestro mundo”.

William Ospina (1997)

A nombre de la comunidad académica del Instituto de Ciencias Naturales me complace presentar al país el libro “El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación”, editada por los profesores Hugo Fernando López Arévalo y Olga Lucía Montenegro del Instituto de Ciencias Naturales y Pedro Sánchez Palomino del Departamento de Biología. Al contextualizar esta obra científica debo hacer alusión a tres factores que, en mi opinión, le dan un mayor significado a su aparición: El perfeccionamiento académico de los investigadores, la labor desempeñada a su regreso al país y los productos caracterizados por su impacto social.

- 1) Los profesores López y Sánchez realizaron sus estudios de posgrado a nivel de Maestría en la Universidad Nacional en Heredia-Costa Rica, un importante centro con tradición en estudios de Ecología y Conservación de Vida Silvestre. El profesor López realizó sus estudios doctorales en el Instituto de Ecología, en Xalapa-México, y el profesor Sánchez realiza sus estudios doctorales en la Universidad Nacional de Colombia. La profesora Olga Lucía Montenegro cursó sus estudios tanto de Maestría como de Doctorado, con énfasis en Ecología y Conservación de Vida Silvestre en la Universidad de la Florida en Gainesville-Estados Unidos. Los tres se formaron en los terrenos de la Biología y Ecología de la Conservación considerada hoy una ciencia multidisciplinar que se fortaleció desde la década de los ochenta, como respuesta a la llamada crisis de la biodiversidad. Entre otros esta ciencia traza dos importantes objetivos: Entender los efectos de las actividades humanas y desarrollar métodos encaminados a la protección de la diversidad biológica.
- 2) Al regresar a Colombia, luego de sus estudios de posgrado, crearon en el Instituto de Ciencias Naturales el Grupo de Investigación en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, para apoyar los Programas de pre y posgrado en Biología de la Universidad Nacional de Colombia en temáticas sobre Conservación y Ecología de la Vida Silvestre, lo cual contempla el estudio de las especies sujetas a los procesos de selección natural y categorizadas unas como residentes naturales, otras sometidas a cautiverio y también aquellas que estando domesticadas, se convierten en especies salvajes. Aunque el Instituto de Ciencias Naturales ha tenido una tradición en estudios zoológicos, especialmente taxonómicos y sistemáticos, el país es una hoja por escribir en cuanto a composición, funcionalidad y conservación de la fauna silvestre desde tiempos prehispánicos hasta su afectación actual por el cambio climático y las actividades humanas.
- 3) Como productos de esta corta, pero impactante trayectoria académica de los profesores López, Sánchez y Montenegro, se han forjado más de treinta jóvenes posgraduados que hoy ocupan importantes nichos laborales en los temas de la investigación y la gestión de Vida Silvestre del país o realizan estudios doctorales en varias universidades del exterior. En noviembre de 2012 el Grupo de investigación en Conservación y Manejo de Vida Silvestre fue galardonado por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia (ACAC) como Grupo de Excelencia.

Precisamente, el libro que hoy me complace presentar es otro producto de estos artífices y de sus educandos. El libro “El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación” brinda información científica de primer orden sobre la especie de roedor más grande del mundo y cuyo atributo para las poblaciones humanas es el constituirse en una especie proveedora de carne. Al incluirse aspectos sobre calidad de sus hábitats, demografía, genética, fisiología, microbiología y pautas de manejo de sus poblaciones silvestres en la Orinoquía colombiana, la obra resulta especialmente integradora. Este conocimiento generado y articulado adecuadamente en sus distintas temáticas disciplinares representa un esfuerzo sin igual llevado a cabo por los 25 autores de la obra; casi todos integrantes del grupo de investigación y egresados de la Universidad Nacional. Además, tres de los autores son profesores de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia y otro profesor del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia. Esta obra inscrita bajo los modelos de Gestión y Uso sostenible, será un importante referente bibliográfico y ejemplo a seguir en el tema de la Conservación de Vida Silvestre en Colombia. Igualmente, considero que será un instrumento fundamental para planificadores del recurso biológico, para líderes regionales en el tema de fauna silvestre, autoridades ambientales y tanto para profesores como para estudiantes en todos los niveles de instrucción pedagógica.

Además de contar con la participación de profesionales de diferentes disciplinas, este libro reúne el esfuerzo de varias instituciones académicas, gubernamentales y ambientales de orden nacional y regional, que a través de convenios interinstitucionales y la labor impulsada por el Grupo de Investigación en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, contribuyeron económica y logísticamente para realizar las investigaciones condensadas aquí. Por esto quiero destacar instituciones como la Universidad de los Llanos-Unillanos, la Gobernación de Casanare, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-Corporinoquía. Además, agradezco y resalto de manera especial el apoyo logístico y humano brindado por los habitantes locales y por los propietarios de los hatos y fincas donde se realizaron estos estudios.

Finalmente, como compañero de formación en pregrado de Olga, Hugo y Pedro y hoy como Director del Instituto de Ciencias Naturales, me enorgullece dar testimonio de la excelente calidad científica de esta investigación plasmada en la presente obra y doy testimonio de la dedicación y compromiso profesional de sus artífices.

Germán Amat García
Director
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia



ACERCA DEL LIBRO

En Colombia una de las especies de fauna silvestre que ha sido utilizada por las comunidades humanas como fuente de alimento o para su explotación comercial es el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766). Desde hace décadas en el país, los chigüiros han despertado el interés para ser usados como recurso económico, principalmente en la Orinoquía donde se concentran sus poblaciones silvestres más abundantes. Sin embargo, éstas se han visto afectadas por la sobreexplotación y el incremento del tráfico ilegal.

Aunque las autoridades ambientales han realizado diferentes esfuerzos para conservar la especie, la presión sobre las poblaciones silvestres aún es permanente. Ejemplo de ello fue el aprovechamiento irregular de un número considerable de chigüiros que se realizó en el departamento de Casanare durante el año 2000, y que afectó notoriamente a sus poblaciones silvestres en municipios como Hato Corozal. Como consecuencia de tal evento, las autoridades ambientales regionales (Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA) y nacionales (el entonces Ministerio de Ambiente) se vieron obligadas a apoyar estudios y acciones que permitieran establecer los lineamientos para la conservación de los chigüiros, así como de sus hábitats en la Orinoquía, principalmente en el departamento de Casanare.

Para el desarrollo de estos estudios, las autoridades ambientales convocaron a entidades académicas y de investigación como la Universidad de los Llanos-UNILLANOS, la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Alexander von Humboldt. Por su parte, el gobierno local a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente se encargó de apoyar financieramente otros estudios.

En general, las investigaciones se orientaron al acopio y análisis de datos y al establecimiento de criterios y elementos técnicos para la conservación, recuperación y aprovechamiento sostenible de los chigüiros. El trabajo realizado por la Universidad Nacional de Colombia se centró inicialmente en establecer una línea base de información sobre aspectos de la biología y ecología, así como sobre el uso de los chigüiros, a partir de la recopilación y síntesis bibliográfica, así como la valoración sobre la percepción local por parte de algunas comunidades humanas en varias zonas de la Orinoquía. Posteriormente, el Instituto Alexander von Humboldt realizó en dos fases, la evaluación de las poblaciones silvestres de chigüiros y la caracterización de su hábitat en el departamento de Casanare. Este trabajo fue continuado por la Universidad de los Llanos-UNILLANOS con la asesoría y participación de investigadores de la Universidad Nacional de Colombia, entidad que finalmente continuó con los estudios poblacionales y del hábitat de los chigüiros, incluyendo además el estudio del movimiento de individuos, la caracterización genética y la evaluación sanitaria de las poblaciones, así como el planteamiento de un proyecto piloto de aprovechamiento, entre otros temas.

La participación de la Universidad Nacional de Colombia se realizó a través del Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre GCMVS; el cual está conformado por profesores, estudiantes y profesionales de Biología y Medicina Veterinaria con el interés común en el manejo y la conservación. El enfoque intergeneracional, multidisciplinario, interdisciplinario e interinstitucional que ha caracterizado al grupo desde su creación en el año 2000, le permitió desarrollar y abordar los estudios desde distintas ópticas a fin de tener una visión integral. Es así como desde el año 2001 y hasta el año 2006, el GCMVS trabajó en el tema involucrando profesionales y estudiantes en Biología, Medicina Veterinaria, Zootecnia, Geografía, Arquitectura, Sicología y Economía, a fin de proveer el conocimiento básico y las herramientas para el uso sostenible y conservación del chigüiro en el departamento de Casanare. Todas las fases de investigación contaron con la importante participación y apoyo de los propietarios de fincas y hatos, vaquianos, autoridades municipales, profesionales y comunidades locales, algunas agrupadas en asociaciones de criadores de chigüiros como ASOCHIPA (Paz de Ariporo) y ASOCHICO (Hato Corozal).

Producto del trabajo realizado por el GCMVS es el presente libro, el cual reúne una serie de artículos que sintetizan la información sobre la ecología, el manejo sostenible y la conservación del chigüiro en la Orinoquía colombiana, generada a partir de los estudios mencionados anteriormente. Este libro cuenta además con la contribución de aproximadamente diez investigadores de otros grupos e instituciones,

quienes también han desarrollado trabajos sobre chigüiros en la Orinoquía, como el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos, el Grupo de Genética Evolutiva y Sistemática Molecular de la Universidad Nacional de Colombia, el Laboratorio de Citogenética de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia y la Fundación FRANI.

Hemos organizado el libro en cinco secciones, cada una de ellas con artículos independientes elaborados por los distintos profesionales que participaron en los proyectos durante las diferentes fases del proceso. En la primera sección incluimos un artículo de revisión sobre las generalidades de los chigüiros como marco de referencia, el cual resume los aspectos más relevantes sobre la taxonomía, historia natural, hábitat, aspectos genéticos, amenazas y conservación de sus poblaciones silvestres. La segunda sección esta dedicada al hábitat del chigüiro. En ella incluimos artículos donde se presenta la caracterización de la vegetación asociada a las poblaciones silvestres, así como la metodología que puede ser usada para generar un modelo de evaluación del hábitat de los chigüiros y su aplicación en hatos de la Orinoquía colombiana.

La tercera sección la hemos dedicado a los aspectos poblacionales, genéticos, fisiológicos y zoonosológicos. En ella incluimos artículos que evalúan la estructura y productividad de las poblaciones, así como el estado de las mismas en diferentes hatos de Casanare. En esta sección se presentan estudios de la citogenética y genética de las poblaciones; así como los aspectos zoonosológicos, los parámetros fisiológicos, hematológicos y de la química sanguínea y estudios serológicos, microbiológicos e histopatológicos de los chigüiros.

En la cuarta sección reunimos información sobre el manejo y la conservación de los chigüiros. En ella se presenta la caracterización del aprovechamiento de poblaciones silvestres de chigüiros y se formula una propuesta para su aprovechamiento sostenible. Posteriormente, se presentan algunas medidas de conservación como una propuesta metodológica para el reforzamiento de poblaciones silvestres. Incluimos artículos que destacan la importancia de los estudios del comportamiento animal así como sus implicaciones junto a la ecología espacial en el planteamiento de estrategias de manejo de las poblaciones silvestres. Además en esta sección, se presentan algunas consideraciones para el manejo de las poblaciones a partir del estudio del área de acción y ecología de movimientos. Posteriormente, se plantea un método con herramientas de SIG (Sistema de Información Geográfica) para estimar la población total de chigüiros y definir una cuota regional de aprovechamiento de chigüiros. Finalmente, a partir de la simulación de la dinámica poblacional se presenta un modelo para estimar el porcentaje de extracción de individuos a nivel de hatos, a fin de realizar un aprovechamiento sostenible de las poblaciones silvestres.

En la última sección, incluimos artículos que abordan algunos de los aspectos socioeconómicos y culturales del uso de los chigüiros. En esta sección, a partir de pruebas piloto se definen las buenas prácticas en el beneficio de los chigüiros que incluyen un protocolo para su captura y sacrificio humanitario, así como para su aprovechamiento sostenible. Además, se muestran los distintos productos y subproductos y sus usos, así como los rendimientos obtenidos del beneficio de chigüiros. Finalmente, se presenta una propuesta de un prototipo de planta para el beneficio, que tiene en cuenta normas técnicas que cumplen con la normatividad ambiental y sanitaria.

En este libro seguiremos la denominación taxonómica de *Hydrochoerus hydrochaeris* de acuerdo a la versión impresa de *Mammals Species of the World* (Woods & Kilpatrick 2005). Sin embargo, es necesario anotar que en la versión *on line* asociada a la publicación mencionada anteriormente, la especie es denominada como *Hydrochoeris hydrochaeris* (<http://www.bucknell.edu/msw3/browse.asp?id=13400218>).

Nuestro continuo y permanente interés en los chigüiros y su conservación nos han motivado a presentar esta obra. A través de este libro buscamos dar a conocer una serie de investigaciones desarrolladas durante varios años sobre los chigüiros, que hasta hace algún tiempo habían quedado consignadas sólo en informes técnicos cuyo acceso es limitado. Por ello, no dudamos que éste libro representa un gran aporte al conocimiento de los chigüiros, principalmente en la región de la Orinoquía. Algunos de los temas de esta obra aunque son abordados de forma descriptiva, son el inicio de una línea base de información que debe enriquecerse con investigaciones futuras. De esta forma, esperamos que a partir de la información aquí presentada se puedan implementar planes de manejo que permitan el aprovechamiento y conservación de los chigüiros en la Orinoquía colombiana.

LOS EDITORES.



AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en particular a la dirección de Ecosistemas; a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía CORPO-RINOQUIA y a la Gobernación del Casanare, en particular a la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente; por el apoyo logístico y financiero para el desarrollo de éstas investigaciones.

A la Universidad Nacional de Colombia, en especial al Instituto de Ciencias Naturales y al Departamento de Biología por el respaldo académico, administrativo y logístico. A los directores del Instituto de Ciencias Naturales en diferentes periodos, Gloria Galeano, Jaime Aguirre y Germán Amat por su apoyo.

A la Universidad de Los Llanos –UNILLANOS por su apoyo académico y administrativo durante la primera etapa de éstas investigaciones. Al Instituto Alexander von Humboldt y al Grupo de Estudios Ecológicos Oikos por compartir información sobre sus investigaciones con chigüiros en la región de la Orinoquía colombiana.

Agradecemos a las diferentes instituciones y personas que de alguna forma contribuyeron en el proceso de esta investigación, son ellos: La Planta de Cárnicos del Instituto Técnico José Celestino Mutis en el municipio de Trinidad; los doctores Carlos Moreno del Laboratorio Clínico, Carlos Arturo Iregui del Laboratorio de Patología y Jimmy Vargas del Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia; la doctora Marta Cecilia Suárez y el personal de la Planta Piloto de Carnes del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA de la Universidad Nacional de Colombia; la Fundación FRANI, representada por la Ingeniera Claudia Cristina Serna G; el profesor Agustín Rudas del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Igualmente agradecemos a Lilian Fernanda Salcedo y Maritza Hernández de la Secretaria de Desarrollo Económico de la Gobernación de Casanare, Andrés Chávez, Genaro Escarraga, Elizabeth Ladino; así como al sicólogo Jorge Helberth Sánchez, el Ingeniero Geógrafo Tulio Hernández, el médico veterinario Néstor Varela, el zootecnista Roberto Delgado y la economista Diana Tovar, por su participación en diferentes fases de estas investigaciones.

Manifestamos nuestro agradecimiento a las biólogas Milena Gómez y Claudia Rodríguez y al zootecnista Saulo Orduz, quienes fueron los interventores de estas investigaciones en sus diferentes fases. A los profesores Clara Inés Caro Caro y Marco Aurelio Torres por su apoyo administrativo y logístico.

Damos un especial agradecimiento al señor Hernán Braidy, propietario de los hatos Miramar y Las Taparas (Paz de Ariporo); al señor Luis Alberto Pérez, propietario del hato La Victoria (Paz de Ariporo) y al señor Eduardo Martínez Sarmiento y su esposa Libia Parales, propietarios del hato La Esperanza (Paz de Ariporo) por su colaboración en varias etapas de las fases de campo de varias de las investigaciones que aquí se presentan. A los propietarios y personal de apoyo de los hatos California, La Estación, El Encanto, Esmeralda, El Cariño, Cañabrava, Liverpool, Acarigua, San José y Marbella (Paz de Ariporo) y los hatos Santana, San Pablo y San Felipe (Orocué); al señor Alejandro Barragán propietario del hato La Aurora (Hato Corozal); a los propietarios de los hatos La Veremos, Guamito, Santa Trinidad, El Porvenir, La Manuela, Donaire, Andalucía, Mapuriza, Jerusalem (Hato Corozal) y a Andrés Cabrera y su familia en la finca El Carmen (Trinidad). Así mismo, agradecemos a los auxiliares de campo Jerzain Olmos, Misael Olmos y Pedro Marrero por su ayuda en las fases de campo. A los miembros de las asociaciones de productores de chigüiro (ASOCHIPA, ASOCHITRI, ASOCHISA, ASOCHICO, CAPIBARA) por su apoyo a lo largo del trabajo, en especial a Migsí Dianey Pérez, Eduardo Martínez y José Tibaldo Cáceres (ASOCHIPA), Javier Betancourt y Marco Julio Fernández (ASOCHICO). A todos los habitantes de Paz de Ariporo, Orocué y Hato Corozal por brindarnos su tiempo, hospitalidad y conocimiento, que hicieron posible el éxito de estas investigaciones.

Deseamos resaltar el apoyo y la participación de todos los autores de los capítulos que conforman este libro, son ellos: Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro, Ángela Andrea Camargo-Sanabria, Angélica Rocío Guzmán-Lenis, Carlos Arturo Sánchez-Isaza, Carlos Sarmiento-Pinzón, Carolina Correa Ospina,

Elizabeth Mesa-González, Guillermo Quiroga Tapias, Ingritts Marcela García Niño, Karol B. Barragán F., Laín E. Pardo, Ligia Mercedes Jiménez-Robayo, Luis Fernando García Pinzón, Miguel Rodríguez, Natalia Atuesta-Dimian, Nelson Vélez A., Oscar Álvarez-Méndez, Patricia Bejarano M., Patricia Torrijos-Otero y Ricardo Arenas Olmos.

Igualmente deseamos agradecer a Patricia Bejarano y de forma muy especial a Elizabeth Mesa por su paciente, comprometida y eficiente colaboración en la edición de este libro así como a Liliana Aguilar por la diagramación del mismo.

Expresamos nuestros agradecimientos al Profesor Jaime Aguirre Ceballos, Vicedecano de Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias y al Profesor Germán Amat García, Director del Instituto de Ciencias Naturales, quienes apoyaron la impresión de este libro con la gestión de recursos económicos, que completaron los recursos aportados por el Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, los cuales fueron obtenidos a través de la Convocatoria Nacional de Investigación y de Creación Artística de la Universidad Nacional de Colombia 2010-2012 Modalidad 2 Fortalecimiento a Grupos de Investigación y Creación Artística con Proyección Nacional, de la Dirección de Investigaciones Sede Bogotá-Vicerrectoría de Investigaciones.

Gran parte del contenido de esta obra proviene de los estudios realizados en el marco de los siguientes convenios: 1) Convenio de cooperación técnica y científica No. 085 de 2001 suscrito entre el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), proyecto “Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción”; 2) Convenio No. 72 suscrito entre la Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), proyecto “Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal”, fase III (2004); 3) Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA, proyecto “Investigación científica para la implementación de la Fase IV para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005); y 4) convenio interadministrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106 suscrito entre la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), proyecto “Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana” fase V (2006).





SECCIÓN I.
GENERALIDADES

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766)

Elizabeth Mesa-González¹ & Hugo Fernando López-Arévalo^{1, 2}

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Comentarios Taxonómicos

Orden Rodentia, suborden Caviomorpha (Hystricomorpha). Datos moleculares recientes soportan la inclusión de los hydrochaeridos dentro de familia Caviidae (Woods & Kilpatrick 2005). Subfamilia Hydrochoerinae Gray 1825. El género *Hydrochoerus* fue originalmente descrito por Brisson en 1762, sin embargo este nombre no fue aceptado inicialmente por considerarse prelineano y por no seguir las normas de la nomenclatura binomial (Ojasti 1973, Woods & Kilpatrick 2005). Aunque es posible encontrar el nombre genérico escrito como *Hydrochaeris*, *Hydrochoeris* o *Hydrochoerus*, en 1998 la Internacional Comisión on Zoological Nomenclature reglamentó como válida la denominación *Hydrochoerus* dada por Brisson para el género. En la última versión de *Mammals Species of the World*, Woods & Kilpatrick (2005) denominan a la especie como *Hydrochoerus hydrochaeris*, aunque en la versión on line de esta publicación consultada en el año 2014 aparece como *Hydrochoeris hydrochaeris* (<http://www.bucknell.edu/msw3/browse.asp?id=13400218>).

Ante la variedad de denominaciones, en ésta publicación utilizaremos el nombre *Hydrochoerus hydrochaeris*.

El nombre *hydrochoeris* o *hydrochoerus* proviene de las palabras griegas *hydros* (agua) y *queridos* (cerdo) que significan “cerdo de agua”, en referencia a la apariencia y los hábitos semiacuáticos de la especie. El género *Hydrochoerus* esta conformado por dos especies vivientes monotípicas: *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) e *Hydrochoerus isthmius* Goldman 1912.

La especie *H. hydrochaeris* (Figura 1) se encuentra distribuida en la Orinoquía y Amazonía colombiana, llanos venezolanos, Surinam, Guyana y Guyana Francesa, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina hasta el río Quequén en la provincia de Buenos Aires. Incluye las cuencas de los ríos La Plata, Amazonas, Orinoco y San Francisco (Mones & Ojasti 1986, González-Jiménez 1995). Las mayores poblaciones de esta especie se concentran en las sabanas de Colombia y Venezuela y en la zona pantanosa Matogrosence del Brasil (FAO 1985). De



Figura 1. El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*

otra parte, el chigüiro menor *H. isthmius* se distribuye desde Panamá hasta el oeste de Colombia y oeste de Venezuela (Figura 2). Estas dos especies eran consideradas hasta hace un tiempo como una sola, sin embargo presentan diferencias en sus cariotipos, por lo que son reconocidas como especies independientes (Woods & Kilpatrick 2005).

La especie *H. hydrochaeris* tiene como localidad típica el “Habitat in Surinamo” [sic.] o Surinam, aunque también se ha atribuido a Pernambuco, Brazil, (Woods 1993, Woods & Kilpatrick 2005). Ésta especie fue denominada inicialmente por Linnaeus en 1758 como *Sus hydrochaeris*. Aunque *H. isthmius* fue considerada como subespecie, en la actualidad *H. hydrochaeris* no tiene subespecies reconocidas. *Sus hydrochaeris*, *H. capybara*, *H. cobaya*, *H. dabbeni*, *H. irroratus*, *H. uruguayensis*, *H. notalis*, *H. cololoi* y *Capiguara americana* son considerados como sinónimos de *H. hydrochaeris*.

El chigüiro menor *H. isthmius* tiene como localidad típica el río Tuyra, Marragantí en el Darién, Panamá. Esta especie fue incluida dentro de *hydrochaeris* por Handley en 1966, pero en 1991 Mones la reconoció como especie diferente (Woods 1993, Woods & Kilpatrick 2005).

Distribución en Colombia

En Colombia se encuentran presentes las dos especies de chigüiros: *H. isthmius* e *H. hydrochaeris* (Figura 3). La especie *H. isthmius* se distribuye en la región Caribe en las partes bajas de la cuenca del río Catatumbo y el valle del río Ranchería; en los ríos de la vertiente norte y occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta; los valles del bajo y medio Magdalena hasta el departamento del Huila y el alto Cauca; el valle del río Cesar y los valles bajos de los ríos Sinú, Atrato y Cauca; y se extiende por la planicie de la

región Pacífica, valle del río Mira y la región de Tumaco (León 1974, Giraldo & Ramírez 2001). Esta especie es poco conocida y sus poblaciones son menos abundantes en comparación con *H. hydrochaeris*. En años recientes se han realizado estudios sobre el hábitat, la dieta, la morfología y el uso de *H. isthmius* por cazadores en el Medio Atrato (Tafur 2004). Así mismo, se han realizado estudios sobre su distribución geográfica, abundancia, tamaño poblacional, uso y calidad del hábitat y caracterización



Figura 2. Distribución del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* y el chigüiro menor *H. isthmus*.

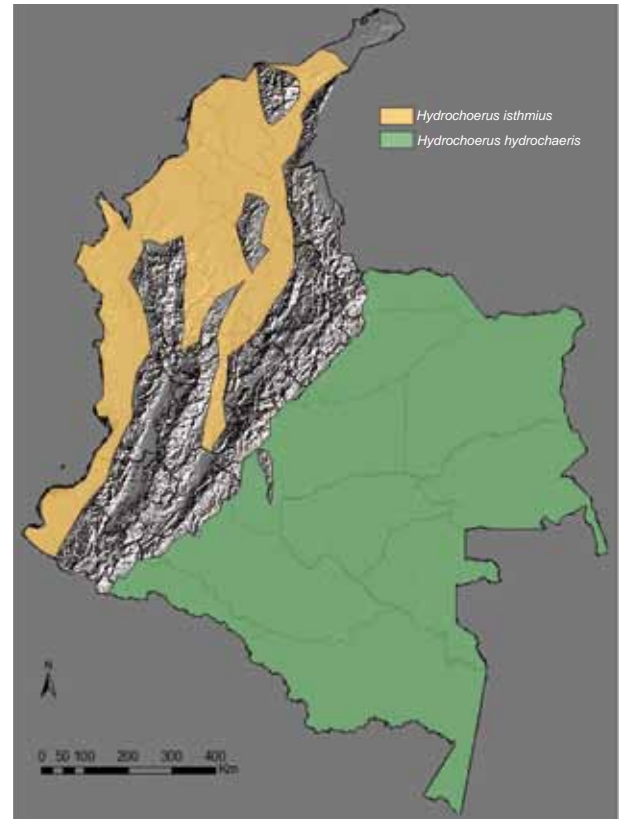


Figura 3. Distribución del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* y el chigüiro menor *H. isthmus* en Colombia.

de las amenazas para su sobrevivencia en el departamento de Córdoba (Ballesteros & Jorgenson 2009).

Por su parte *H. hydrochaeris* se distribuye en las regiones de la Orinoquía y Amazonía entre los 0 y 1300 msnm. Las mayores poblaciones silvestres de ésta especie se concentran en la Orinoquía, mientras que en la Amazonía las poblaciones son pequeñas. En la actualidad la distribución geográfica de *H. hydrochaeris* es discontinua debido a la destrucción del hábitat y la fuerte presión de cacería, que han llevado a extinciones locales dentro de su rango de distribución original. Por otro lado, debido a que hasta hace algunos años *H. hydrochaeris* y *H. isthmus* eran consideradas como subespecies de la misma especie, se realizaron introducciones accidentales o intencionales de *H. hydrochaeris*

dentro del rango de distribución de *H. isthmus*. Este caso se presentó en los alrededores de la Laguna de Sonso, en el Valle del Cauca, lugar donde los chigüiros estaban extintos antes de la década de los ochenta. Posterior a este tiempo se encontró en este lugar una población silvestre de *H. hydrochaeris*, formada posiblemente a partir de individuos que escaparon de un grupo proveniente de Puerto López (Meta), y que era mantenido en un zoológico de una finca cercana a la Laguna de Sonso (Usma 1991).

Otro ejemplo de introducción de *H. hydrochaeris* fuera de su área de distribución es el presentado en el departamento del Quindío. Recientemente se ha evidenciado la presencia de la especie en este departamento desde el sector del valle de Maravélez hasta el sector de Piedras de Moler en

el municipio de Alcalá (Valle del Cauca); así como en la desembocadura de los ríos Espejo y Roble. Al parecer la introducción de estos individuos, que en su mayoría son solitarios, fue intencional y se dio hacia los años ochenta en la hacienda Pisamal donde se mantenían individuos con fines recreativos (Botero-Botero *et al.* 2010).

En la Orinoquía, los mayores núcleos poblacionales de *H. hydrochaeris* se encuentran en los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal, Orocué, San Luis de Palenque y Trinidad en el departamento del Casanare (ICN 2002, Oikos 2003a). Por el contrario, pequeños núcleos poblacionales se encuentran dispersos en los departamentos de Vichada y Meta. Hasta hace unas

tres décadas las poblaciones eran abundantes en el departamento de Arauca, sin embargo estas fueron reducidas casi a su extinción debido a la fuerte presión de la caza furtiva que se realizó en la zona con el fin de abastecer la demanda de carne en Venezuela (ICN 2002).

La especie es considerada como un recurso importante que puede traer beneficios económicos bajo un uso sostenible. Debido a esto existe gran interés por el conocimiento de la historia natural, biología y ecología de la especie como base para establecer acciones de manejo y conservación. Teniendo en cuenta lo anterior y de acuerdo a los objetivos del libro, la presente contribución se centra solamente en la especie *H. hydrochaeris*.

Nombres Comunes

En Colombia la especie *H. hydrochaeris* recibe diferentes nombres de acuerdo al lugar o comunidad donde se encuentre. Fuerbringer (1974), León (1974), González-Jiménez (1995) y Rodríguez-Mahecha *et al.* (1995) han recopilado los siguientes nombres locales e indígenas con los que se identifican a los chigüiros: *Bocaeburro*: En Arauca y Casanare; *Capibara*: En el Caquetá, río Guayabero (Meta) y la Amazonía; *Capiguara*: Amazonía; *Copiwara*: Nombre dado por los Tikunas en el Amazonas; *Culo-pando*: En Arauca y Casanare; *Chigüire*: En Arauca, Casanare y Vichada; *Chigüiro*: Generalizado en la Orinoquía colombiana; *Dia-baj*: En Tucumo; *Feregainño*: Por los indígenas Huitoto en el río Igará-Paraná (Amazonas); *Guiroa*: Por los Tunebos en Casanare y Arauca; *Hiwirí*: Por los Carijonas; *Itoé, utdé*: Por los Puinaves en el Guainía; *Jesús o sús*: En el sur del Ariari (Meta), nombre onomatopéyico alusivo a los resoplidos que

emite los animales al ingresar al agua; *Jómocobi o Jamocoi*: Por los Guahibos en Vichada; *Kéeto*: Por los Curripaco en el Guanía y Vaupés; *Kiatos*: Por los Maipures del alto Orinoco; *Kweso*: Por los Sionas en el Putumayo; *Meréjaño*: Por los Huitotos en el Amazonas y Caquetá; *Narê, Jiawecu*: Por los Cubeos en el Amazonas y Vaupés; *Nimitie*: Por los Muinanes en el Caquetá; *Ñoomma*: Por los Okaimas en el Amazonas; *Oso que vive en el agua*: Por indígenas del Putumayo; *Pataseca*: En Arauca y Casanare; *Quesu*: por los Yucunas en el Amazonas; *Riayesé*: Por los Yebá Masá o Barasana en el Vaupés; *Roncoso*: En el Amazonas; *Tanacoa*: En Arauca y Casanare; *To-é, Ut-dé, Yi-dé*: Por los indígenas Puinaves en el Vaupés; *Tschöö*: por los Yuri; *Uba*: Por los Bora en el Amazonas; *Urdé, Yi-dé*: Nombres dados por los indígenas Puinaves en el río Guaviare; *Wa'u*: Por los Piaroa en el Vichada; *Yulo o julo*: Putumayo, Caquetá, río Guayabero en el Meta.

Descripción

El chigüiro *H. hydrochaeris* es considerado como el roedor más grande del mundo debido a que su cuerpo puede alcanzar los 1.5 m de largo y 0.65 m de alzada o altura a la cruz. Estos roedores son digitígrados, tienen cuatro dedos en las extremidades anteriores y tres en las posteriores, los cuales presentan uñas fuertes y gruesas parecidas a pezuñas. Poseen una membrana interdigital basal, moderadamente desarrollada, asociada a sus hábitos semiacuáticos. Los dedos laterales son menores que los centrales. La cola es pequeña e inconspicua, reducida a una leve protuberancia de 14 mm de diámetro. El ano y los genitales están ocultos por dos pliegues laterales de piel que forman un bolsillo, lo que dificulta la diferenciación de sexos a simple vista (Calderón *et al.* 1973), por ello es necesario abrir este pliegue para observar el pene o la abertura vaginal, anteriores al ano (Ojasti 1971, 1972; Otero de la Espriella 1973, González-Jiménez 1995, Nogueira-Filho 1996).

Los chigüiros incrementan proporcionalmente su peso corporal con la edad. Sin embargo, no es posible determinar la edad absoluta en todos los individuos con base a su peso (Ojasti 1971). La edad relativa solo puede ser establecida a partir de la osificación de las suturas de la región occipital del cráneo y la osificación progresiva de las suturas de las epífisis humerales (Ojasti 1973). A partir de caracteres externos solo es posible diferenciar tres o cuatro clases de edad: Crías, juveniles, subadultos y adultos.

Las crías y juveniles son fácilmente distinguibles de los adultos por su tamaño y por tener un hocico corto y acuminado. El pelaje de las crías conserva las mismas caracte-

rísticas de los fetos hasta cuando alcanzan 1.5 Kg (Massoia & Fornes 1969), siendo de un tono marrón más claro que en los adultos (Aldana 1999). Hacia los últimos meses de su primer año los pelos dorsales crecen y toman una coloración parda con tonos rojizos, que le dan un aspecto similar al pelaje de los adultos (Ojasti 1973).

Los adultos son de gran tamaño y tienen el cuerpo ancho y macizo; el cuello es corto, grueso y firme; la cabeza es voluminosa y su hocico es prolongado, alto y achatado. Las orejas son negras, cortas, redondeadas, carentes de pelo, un poco rígidas y provistas de un pliegue que cierra el canal auditivo cuando el chigüiro se sumerge en el agua. Los ojos son laterales y de tamaño medio; al igual que las orejas, las fosas nasales se encuentran ubicadas en el plano superior de la cabeza, como adaptación a sus hábitos semiacuáticos. Los chigüiros tienen un gran sentido auditivo y olfativo que reemplaza en muchas ocasiones al sentido de la vista (González-Jiménez 1995).

El pelaje de los chigüiros es áspero, conformado por cerdas largas (100-120 mm) y aplanadas, siendo corto en la cabeza y las extremidades. El color varía de gris claro o amarillento hasta pardo rojizo y marrón oscuro y en ocasiones presenta amarillo en la base de los pelos y blanco o negro en las puntas. La coloración tricolor presente en los estados inmaduros se conserva solamente en la parte superior del hocico y en ocasiones se extiende hasta la frente. El pelaje puede presentar variación individual en los miembros de una misma población. En la Orinoquía colombiana es posible encontrar grupos de animales con una gama de coloración que va desde el amarillo o parduzco amarillento, rojo o cas-

taño rojizo hasta el castaño muy oscuro, casi negro y tonalidades grisáceas o incluso albinos, que pueden variar de acuerdo a la condición del pelaje gastado o maltratado de los adultos (Cruz 1974).

El peso de los adultos puede variar entre 40 y 90 Kg, según el lugar y las condiciones alimenticias. Los chigüiros en los llanos de Colombia y Venezuela tienen un peso entre 48 y 65 Kg (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977, Jorgenson 1986). En las sabanas inundables del municipio colombiano de Paz de Ariporo, en el departamento de Casanare se han encontrado individuos adultos con pesos corporales entre 41 y 59 Kg y en promedio de 46.66 Kg (UNILLANOS & MAVDT 2005). Resultados similares se han encontrado en otros municipios del mismo departamento como Orocué y Hato Corozal, donde los individuos pueden tener pesos entre 31 y 60 Kg y en promedio 46.19 Kg (Oikos 2003a). El peso de los individuos se va incrementando hacia el sur del continente. En Perú se han encontrado hembras de 60 Kg (Soini 1993) y en la Amazonía venezolana los individuos pueden llegar has-

ta los 70 Kg (Mondolfi 1957), mientras que en Argentina y sur del Brasil su peso sobrepasa los 80 Kg. En Uruguay se han encontrado individuos hasta de 91 Kg (Mones 1973).

Los individuos alcanzan la madurez sexual al año y medio o dos de vida, cuando desarrollan en su cabeza una protuberancia negra y grasosa llamada morrillo, comején o piporro que mide entre 8 y 10 cm en los machos. El piporro es una aglomeración de glándulas sebáceas hipertrofiadas, conformada por varias células que secretan un líquido blanco, grasoso y pegajoso utilizado para marcar el territorio familiar (Perea & Ruiz 1977, González-Jiménez 1995, Nogueira-Filho 1996). En los machos adultos los testículos no descienden totalmente al escroto. Las hembras presentan seis pares de mamas, ubicadas desde el área pectoral hasta el área inguinal: Un par pectoral, cuatro abdominales y uno inguinal (Calderón *et al.* 1973). El dimorfismo sexual es poco marcado ya que el tamaño corporal es similar en ambos sexos, aunque en ocasiones se han encontrado algunos machos más grandes que las hembras.

Hábitat

Los chigüiros se encuentran más asociados a la interfase tierra-agua, ya sea en ciénagas de manglar, deltas internos, bosques de galería rodeados de sabanas, en esteros o lagunas permanentes cerca de bosques, zonas boscosas ribereñas, playas, pantanos y antiguos lechos de ríos e incluso en cercanías de cuerpos de aguas salobres; aunque también pueden habitar en bosques amazónicos. No obstante, las grandes poblaciones de chigüiros están más relacionadas a las sabanas inundables.

El agua es el elemento más importante dentro del hábitat del chigüiro. Los animales prefieren las orillas de caños y lagunas rodeadas de sabanas o pastizales y manchas de vegetación arbórea o arbustiva, que en conjunto le suministra alimento, protección y abrigo (Ojasti 1971). Cuando los animales no son sometidos a fuertes presiones de caza pueden encontrarse también en sabanas abiertas con cañadas carentes de vegetación arbustiva. En paisajes interconectados por caños, ríos y quebradas con

abundante agua, los chigüiros conforman pequeños grupos y utilizan los distintos parches de hábitat conectados por la red de caños, mientras en paisajes donde los cuerpos de agua son reducidos los animales se aglutinan alrededor de las pocas fuentes de agua (Quintana 1999).

El hábitat del chigüiro cambia estacionalmente. En la Orinoquía grandes extensiones de sabana se inundan durante la época de lluvias, aumentando el hábitat disponible para los animales. Sin embargo, en algunas zonas la inundación es total y el agua se constituye entonces en un factor limitante, ya que los animales también necesitan de sitios secos para descansar. Por el contrario, durante el verano los cuerpos de agua se reducen a tal punto que desaparecen totalmente; en este momento el hábitat disponible y óptimo para los animales se reduce a pequeñas franjas alrededor de las fuentes de agua remanentes.

La alta carga de ganado puede provocar la reducción drástica en la disponibilidad de forrajes, lo que lleva a los chigüiros a invadir cultivos y pastos cultivados, ocasionando conflictos con los humanos. Por otro lado, la intensidad de la cacería limita la ocupación del hábitat por parte de los chigüiros aunque el lugar ofrezca las condiciones adecuadas y esté dentro del rango de distribución (Ojasti 1971, Quintana & Rabinovich 1993, Quintana 1999).

Algunas actividades humanas pueden incrementar la aptitud de hábitat para los chigüiros, tales como el incremento de lugares secos originados al construir plataformas petroleras, terraplenes y carreteras en medio de zonas inundadas (Aldana 1999, Forero 1999, Medina 1999). De igual forma los chigüiros se favorecen con el aumento de cuerpos de agua debido a la construcción de diques, tapas y la profundización de esteros naturales. Estas medidas de manejo del hábitat, junto con el mantenimiento de una cobertura de pajonales alrededor del 20 al 40 % del área generan un aumento en la calidad del hábitat para los chigüiros (Guzmán 2005).

Los chigüiros también pueden transformar el paisaje y su hábitat formando zanjas profundas (1 a 3 m) conocidas como “zanjas chigüireras” (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977). Estas se forman por el uso constante del mismo sendero por parte de los animales, que provoca la destrucción de la cubierta vegetal por el pisoteo constante dejando al descubierto el suelo. Es posible encontrar toda una red de senderos que interconectan las fuentes de agua y otros sitios de donde los chigüiros realizan sus actividades (Cruz 1974, Perea & Ruiz 1977). Estos roedores también forman en la sabana o en el interior del bosque fosas amplias e irregulares de hasta 0.5 m de profundidad, las cuales se originan al excavar el suelo para revolcarse (Hernández-Camacho *et al.* 1983).

Historia Natural

Los chigüiros son animales normalmente diurnos, semiacuáticos, viven en manadas sedentarias y permanecen el mayor tiempo del día descansando sobre el suelo (Jorgen-

son 1986). Se caracteriza por ser lentos, apacibles y tranquilos, pero pueden ser ariscos y se tornan estrictamente nocturnos cuando se ven sometidos a una fuerte pre-

sión de caza, condición bajo la cual pueden percibir la presencia de humanos desde distancias mayores de 1 Km (Ojasti 1973, González-Jiménez 1995).

En las sabanas abiertas e inundables de Colombia y Venezuela los chigüiros pueden conformar grupos o manadas de 12 a 58 individuos (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977), de 14 a 24 individuos (Atuesta *et al.* 2006) o hasta de 51 individuos (Maldonado-Chaparro & Sánchez 2010) de ambos sexos y varias clases de edades. En el Pantanal del Mato Grosso en Brasil, el tamaño de las manadas varía entre 2 y 49 individuos, con un promedio de 5.6 individuos (Alho *et al.* 1989); mientras que en los bosques amazónicos el tamaño del grupo oscila entre 2 a 15 individuos, con un promedio de 4.8 individuos (Soini 1993). El tamaño del grupo varía dependiendo de la época climática, de la disponibilidad de recursos en el hábitat o como consecuencia de la perturbación causada por la presión de caza que puede llevar a la ruptura de las unidades sociales (Quintana & Rabinovich 1993). Durante la época de lluvias se pueden encontrar manadas con un promedio de 7.69 ± 8.32 individuos, mientras que durante la época seca el tamaño de la manada puede aumentar a 16.17 ± 18.3 individuos (Maldonado-Chaparro & Sánchez 2010).

La calidad del hábitat incide también en la variación del tamaño de las manadas. En las sabanas inundables de la Orinoquía colombiana se ha encontrado un aumento en el número de individuos en la medida en que la calidad del hábitat disminuye (Atuesta *et al.* 2006). Esto es debido a que bajo condiciones de estrés, como la falta de agua y la baja calidad de los forrajes, las manadas se fusionan por la disminución de la agresividad entre los individuos.

Por lo general, los grupos familiares en las sabanas y hábitats abiertos están constituidos por tres o cuatro machos, seis hembras adultas y un número variable de juveniles y crías; solamente un macho ejerce el dominio sobre el grupo y es el encargado de marcar el territorio (Azcarate 1980, González-Jiménez 1995). Las manadas se organizan probablemente por agrupaciones familiares, las cuales muestran una organización interna y cohesión social cuando el hábitat ofrece condiciones favorables de refugio. Las hembras y las crías se ubican al centro, ya que estas últimas son las más vulnerables al ataque de depredadores, mientras que los machos subordinados se encuentran vigilantes en la periferia. El macho dominante vigila atentamente cualquier invasión de su territorio y es el núcleo central aglutinante de la manada porque ofrece protección (Azcarate 1980, Herrera & MacDonald 1993).

En la época seca cuando los recursos son escasos, la cohesión familiar es baja y desaparece la intolerancia. Los grupos se fusionan u organizan aleatoriamente en torno a los cuerpos de agua remanentes y se presenta un intercambio de individuos de unidades familiares y una reorganización de manadas (Ojasti 1973, Jorgenson 1986, INDERENA & CORPOS 1994), por lo que el tamaño grupal fluctúa constantemente, llegando a formarse grupos de hasta 100 o más individuos (Ojasti 1973, Herrera 1986, Azcarate 1980). Al comenzar las lluvias las actividades sexuales toman nuevamente importancia y aumentan las agresiones, por lo que las congregaciones se separan o fisionan recobrando la manada o grupos familiares su tamaño original (Ojasti 1971, González-Jiménez 1995). El comportamiento agresivo entre individuos del mismo grupo puede manifestarse quizá como mecanismo para buscar espacio, pero parece estar más rela-

cionado con el mantenimiento de la posición social dentro de las manadas (Perea & Ruiz 1977, Ojasti & Sosa 1985).

La distribución espacial de las manadas de chigüiros sigue un patrón dependiente de la escala. A pequeñas escalas las manadas presentan un patrón de distribución regular, lo cual evidencia los procesos de competencia intra-específica entre manadas. Mientras que a gran escala los chigüiros presentan un patrón de distribución agregada, el cual puede ser una respuesta al comportamiento (es decir, evitar la depredación) y a la heterogeneidad del hábitat (Maldonado-Chaparro & Sánchez 2010).

Las manadas pueden tener un área de acción entre 5 y 16 ha (Herrera & MacDonald 1989) o 15 a 20 ha (INDERENA & CORPOS 1994) en las sabanas y hábitats abiertos, y de 10 a 56 ha en bosques de galería y sabanas donde el área central o nuclear es el sitio de sesteo (Perea & Ruiz 1977). En sabanas inundables de la Orinoquía colombiana el área de acción pueden variar entre 5.06 y 43.37 ha y en promedio ser de 18.12 ha \pm 20.65 ha (Camargo 2006). En los bosques amazónicos el área de acción varía entre 17 y 22 ha (Soini & Soini 1992). Estas variaciones en el área de acción dependen de la presencia de agua y de alimento, pero las actividades se desarrollan principalmente a distancias no mayores a 300 m del agua en las sabanas (Jorgenson 1986) y 100 m de la orilla de los ríos en los bosques lluviosos amazónicos (Soini & Soini 1992).

Los chigüiros son una especie estrictamente herbívora y altamente selectiva. El sistema digestivo es postgástrico (Giraldo & Ramírez 2001). Los chigüiros al igual que otros herbívoros tienen una gran capacidad en el tracto digestivo, que les permite mantener

por largo tiempo la digesta para que pueda realizarse el lento proceso de fermentación bacteriana.

Los individuos seleccionan los alimentos con un alto contenido de nitrógeno (Escobar & González-Jiménez 1976), pero la dieta y preferencias en la alimentación varían estacionalmente como respuesta a los cambios temporales del clima, la calidad y la abundancia de los forrajes. Los chigüiros consumen plantas de distinta calidad forrajera, pero son más selectivos durante la temporada lluviosa cuando hay forrajes más nutritivos en términos de proteína y contenido de fibra (Barreto & Herrera 1998).

La dieta de los chigüiros puede incluir entre 30 (Ojasti 1973) y 89 especies vegetales (Forero 1999), principalmente poáceas menores de los esteros y bajíos. Sin embargo, la preferencia se da sobre unas especies que constituyen el 66 % de la dieta, y que pertenecen a cuatro familias de plantas: *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Leguminosae* y *Pontederiaceae*. También pueden consumir buchón de agua o boro (*Eichhornia crassipes* y *Heteranthera limosa*) y algunas leguminosas (Usma 1991, Forero 1999). En los bosques lluviosos amazónicos los chigüiros incluyen en su dieta otras plantas como amarantáceas (*Alternanthera philoxeroides*, *Amaranthus* spp.), compuestas (*Eglipita alba*, *Eglecte* sp., *Micania micrantha*), cucurbitáceas (*Cayaponia* sp.), onagráceas (*Ludwigia* spp.), polygonáceas (*Polygonum acuminatum*), zingiberáceas (*Costus* sp.) entre otras (Soini & Soini 1992).

Los individuos silvestres pueden también preferir pastos cultivados como el pasto puntero *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria mutica* (Perea & Ruiz 1977); también cultivos de plátano o topocho (*Musa* sp.), yuca (*Manihot esculenta*) y potreros de paja de

Pará (*Panicum purpurascens*). En ocasiones pueden roer cortezas de *Cecropia* sp. durante las inundaciones de los bosques lluviosos amazónicos (Soini & Soini 1992). Los rebrotes de la palma de corozo (*Acrocomia* sp.) también son importantes en la dieta de los chigüiros (Clavijo 1993).

Cuando el alimento escasea durante la época seca los chigüiros pueden competir con el ganado por forraje e incluso pueden invadir cultivos de arroz, maíz, plátano y pastos cultivados y pueden afectar la calidad del agua de los abrevaderos (Ojasti 1973, Escobar & González-Jiménez 1976, Quintana & Perera 1994, Quintana *et al.* 1998). Los chigüiros consumen suelo, posiblemente como complemento de la dieta para buscar sales o para neutralizar y ayudar a excretar las toxinas presentes en algunas plantas consumidas (Forero 1999). La coprofagia, observada principalmente en el verano como mecanismo para cubrir algunas deficiencias nutricionales, no se manifiesta cuando los forrajes son abundantes (Lord 1991, Barreto & Herrera 1998).

Los chigüiros son animales polígamos y sexualmente activos durante todo el año. No obstante, los apareamientos pueden ser frecuentes durante el inicio de la época de lluvias (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977, Mones & Ojasti 1986, Herrera & MacDonald 1989). El apareamiento ocurre en aguas poco profundas. Más de un macho puede copular con varias hembras en un grupo, pero sólo el macho dominante obtiene la mayor proporción de cópulas (Herrera 1992). El macho dominante, generalmente de mayor peso (Herrera & MacDonald 1993), forma harenes marcando a las hembras con secreciones glandulares (Cruz 1974) y puede desplazar a los machos subordinados, llegando incluso a expulsarlos del grupo (Giraldo & Ramírez 2001).

Los chigüiros tienen en promedio 1.2 a 1.8 gestaciones por año. Las hembras pueden tener un parto por año o dos cuando hay agua y alimento suficiente (Otero de la Espriella 1973, Perea & Ruiz 1977). El período de gestación varía entre 110 y 126 días (Ojasti 1971, 1973; Fuerbringer 1974, Jorgenson 1986), 147 días (Alho *et al.* 1989) ó 150 días (Nogueira-Filho 1996). En promedio nacen 4 individuos en proporción de sexos de 1:1. Sin embargo, en ocasiones se pueden observar camadas con siete (Ojasti 1973) ó 10 individuos (Jorgenson 1986).

Las crías nacen con los ojos abiertos y presentan una dentición completa; su integración a la manada es paulatina y se da tres o cuatro semanas después del parto debido a las agresiones de los machos dominantes (Perea & Ruiz 1977). Las hembras se turnan el cuidado de los jóvenes de diferentes edades, probablemente hijos de madres que son hermanas en los mismos grupos sociales (Alho *et al.* 1989). Las crías son amamantadas durante los cuatro primeros meses de vida, pero los juveniles permanecen con sus madres hasta alcanzar la talla de los adultos. Al parecer la lactancia es una actividad poco frecuente en la especie, ya que las crías además de leche pueden consumir algunos forrajes en la primera semana de vida (Ojasti 1973).

La población está conformada por un 70 % de adultos y subadultos y un 30 % de juveniles y crías (Ojasti 1973), aunque en las sabanas inundables de la Orinoquía colombiana se ha encontrado un porcentaje del 83 % y 17 %, respectivamente (Atuesta *et al.* 2006). La productividad o crecimiento de la población puede variar entre sitios. En las sabanas inundadas de Venezuela el crecimiento poblacional es del 30 % (Ojasti 1997), mientras que en la Amazonía brasi-

lera se ha encontrado una menor productividad y una tasa de máximo rendimiento del 17 % (Moreira & MacDonald 1993, Ferraz *et al.* 2001).

El comportamiento social de los chigüiros puede influir en la dinámica poblacional a través de varios mecanismos (Greene *et al.* 1998). El infanticidio por parte de los machos y la supresión reproductiva de hembras son dos de estos mecanismos del comportamiento social que pueden influir en la demografía de los chigüiros (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008). Por su parte, el infanticidio afecta el tamaño de la población por la disminución de la tasa de sobrevivencia de las crías y la reducción de la tasa de reclutamiento de los juveniles. Mientras, la supresión reproductiva de las hembras lleva a que las hembras fértiles no se reproduzcan por influencia de las hembras dominantes. La supresión reproductiva de las hembras tiene un efecto mayor sobre dinámica de la población en comparación con el efecto dado por el infanticidio por parte de los machos (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008).

La densidad de los chigüiros en un lugar varía por sectores de acuerdo a la calidad del hábitat. La densidad es mayor en los sitios con hábitat de calidad alta, es decir en aquellos lugares que presentan mayor disponibilidad de agua, combinada con la presencia de más de dos tipos de cobertura que brindan una mayor disponibilidad de alimento y el refugio (Guzmán 2005). De esta forma, es posible encontrar a casi el 68 % de una población de chigüiros agrupada en los sitios con hábitat óptimo (Ojasti 1973). Las mayores densidades de crías se presentan en áreas con hábitat de alta calidad, mientras que los juveniles y adultos se distribuyen en las zonas de calidad alta y media (Atuesta *et al.* 2006).

La densidad poblacional puede variar considerablemente entre lugares. En algunos hatos de Venezuela se han encontrado grandes poblaciones con densidades de 2.0 a 3.5 ind/ha, mientras que en otros hatos la densidad no excede los 0.5 ind /ha (Ojasti 1973, Mones & Ojasti 1986). En las sabanas inundables de Colombia se han encontrado densidades entre 0.02 y 5.61 ind/ha (Oikos 2003a), y 4.46 ind/ha (Atuesta *et al.* 2006). En el Pantanal del Mato Grosso en Brasil se han encontrado densidades de 1.73 ind/ha (Mauro & Pott 1996). La densidad también varía de acuerdo a la época climática. Por ejemplo, en las sabanas de Arauca (Colombia) se ha encontrado una densidad de chigüiros de 0.87 ind/ha en la época seca y de 1.07 ind/ha en la época lluviosa (Aldana-Domínguez *et al.* 2002).

Aún cuando, las mayores densidades se dan en aquellos hábitats con buena disponibilidad de agua y alimento, la densidad de los chigüiros se ve afectada por la cacería ilegal y sin control (Quintana & Perera 1994). Es por ello, que en sitios con buena calidad de hábitat pero con una fuerte presión de cacería la densidad es baja en comparación con los sitios protegidos contra la caza ilegal, aunque ambos ofrezcan la misma calidad de hábitat. La intensa cacería furtiva puede afectar considerablemente el tamaño de las poblaciones a tal punto que los grupos grandes pueden quedar reducidos a grupos de dos o tres individuos o incluso a individuos solitarios (Quintana & Rabinovich 1993). De la misma manera, el tamaño poblacional se afecta por las inundaciones severas o las sequías muy prolongadas (Ojasti & Sosa 1985).

La mortalidad de chigüiros por el ataque de depredadores puede ser relativamente alta (MAC 1972) y se incrementa durante

el verano cuando los animales migran y se congregan alrededor de los remanentes de agua. Los recién nacidos son los más vulnerables al ataque del zorro *Cerdocyon thous*, del caricari o caracara *Polyborus plancus*, el águila *Buteogallus anthracinus* y el zamuro o chulo *Coragyps atratus* (Perea & Ruiz 1977, Clavijo 1993).

Los juveniles y algunos adultos son atacados en el agua por los güios *Eunectes murinus*, o bien por las babas o babillas *Caiman crocodilus*, especie considerada como un importante depredador en los lugares donde es abundante. Adicionalmente, pueden ser depredados por el caimán negro *Melanusuchus niger* y la boa *Boa constrictor*. Los perros asilvestrados o semisilvestres *Canis familiaris* son depredadores importantes de los chigüiros jóvenes en las sabanas (Cortés 1972, Ojasti 1973, Azcarate 1980).

El infanticidio de machos es una causa importante de mortalidad y puede tener importantes consecuencias demográficas. Aunque no se han determinado las consecuencias directas del infanticidio sobre la población de chigüiros, en otras especies se ha identificado que el infanticidio puede alterar la estructura social de los machos, reducir los

intervalos entre los nacimientos por la modificación de la fisiología reproductiva de las hembras y la receptividad sexual (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008).

De otra parte, la cacería intensiva de chigüiros, tanto legal como ilegal, es un factor importante que incrementa la mortalidad de los individuos y afecta el estado y la estructura de la población, así como su dinámica poblacional y el comportamiento social. En la cacería de sustento los individuos son cazados sin importar su tamaño corporal y su sexo (Ojasti 1997), mientras que en la cacería comercial se hace solo una selección por el tamaño corporal de los individuos, condicionada al mayor beneficio económico (Mesa 2005). En la caza comercial los chigüiros son capturados en faenas de cacería a caballo o a pie denominadas “chigüiranzas”, donde los individuos son sacrificados a golpes utilizando mazos o garrotes de madera. Esta práctica ancestral de sacrificio es considerada inadecuada debido al sufrimiento y estrés causado a los animales (Marin & Arias 2001, Oikos 2003b) y a la falta de selección, ya que los individuos son sacrificados sin importar su sexo, su condición reproductiva, su jerarquía social o su estado de salud (Mesa 2005).

Genética

Los estudios sobre la genética de chigüiros son reducidos. Se conoce que la especie *H. hydrochaeris* tiene un número diploide igual a 66 y su número fundamental (NF) es 102 (González-Jiménez 1995, Woods & Kilpatrick 2005). Sin embargo, Sánchez-Isaza & Jiménez-Robayo (2014) encontraron un NF = 108 en chigüiros procedentes de la Orinoquía colombiana.

Los chigüiros poseen 10 pares de cromosomas submetacéntricos, 10 pares metacéntricos, 2 pares de cromosomas acrocéntricos y 10 pares telocéntricos. El cromosoma X es metacéntrico y el cromosoma Y es acrocéntrico (Correa & Sánchez 1994, Sánchez-Isaza & Jiménez-Robayo 2014). En la última década se logró la construcción de una biblioteca genómica donde se identi-

ficaron 14 sistemas de marcadores microsatelitales especie-específicos, cinco de ellos monomórficos y los restantes nueve polimórficos, que brindan una herramienta para evaluar los patrones de paternidad y parentesco dentro de los grupos sociales (Herrera *et al.* 2004). Esta información ha sido usada para evaluar la estructura ge-

nética y estimar la variabilidad genética de las poblaciones de chigüiros que comparte el mismo espacio geográfico en los Llanos Orientales de Colombia (Maldonado-Chaparro *et al.* 2011). Otros estudios sobre la diversidad genética y la estructura de la población han sido desarrollados por Correa & García (2014).

Amenazas y Conservación de las Poblaciones Silvestres de Chigüiros en la Orinoquía Colombiana

Sin lugar a dudas, la mayor amenaza para las poblaciones silvestres de chigüiros ha sido la fuerte presión de caza, principalmente en la Orinoquía, debido a la alta demanda de su carne en Venezuela, la cual se presenta desde la época de la colonia. El consumo de carne de chigüiro en Venezuela se encuentra asociado a una tradición religiosa en Semana Santa, permitida por una bula papal en el siglo XVIII (Herrera 1999). Aunque en Colombia no existe una amplia tradición de consumo de carne, ni se aprovecha su piel, sí existe una sobreexplotación comercial de las poblaciones silvestres para abastecer la alta demanda de los mercados venezolanos.

Las poblaciones silvestres colombianas fueron afectadas principalmente durante los cinco años de veda para la especie en Venezuela (1962 a 1967), ya que la demanda del mercado fue cubierta casi en su totalidad por la carne de chigüiro proveniente de Colombia (González-Jiménez & Szeplaski 1998). Durante la década de los setenta y ochenta, las grandes poblaciones eran exterminadas o ahuyentadas con perros por los llaneros y colonos, bajo la consigna de proteger zonas agrícolas y ganaderas donde los chigüiros eran considerados una “plaga”, que ponía

en riesgo actividades económicas tradicionales. Esta sobreexplotación llevó casi a la extinción de las poblaciones silvestres en el departamento de Arauca, dada su cercanía a Venezuela, y a una disminución considerable de las poblaciones en los departamentos de Casanare, Meta y Vichada (ICN 2002).

De otra parte, la transformación de las sabanas naturales dada desde la época de la colonia, y la expansión de la ganadería en modalidad extensiva, ha sido una amenaza para el hábitat de los chigüiros. El auge de las exploraciones y explotaciones petroleras han generado también procesos significativos de transformación del ecosistema por los nuevos impactos ambientales que surgen de la misma explotación, el trazado de vías por la planicie inundable o por los frecuentes atentados de la guerrilla contra su infraestructura (Márquez 2001), lo cual ha afectado de igual forma el hábitat disponible para las poblaciones de chigüiros. Así mismo, la expansión de los cultivos de arroz ha sido otro factor que ha afectado el hábitat de los chigüiros y constituye una amenaza para sus poblaciones, ya que esta actividad implica el uso de agroquímicos que deterioran la calidad del agua, recurso importante para la especie. Por otro lado, los mecanismos de

control de las autoridades ambientales para frenar el aprovechamiento y tráfico ilegal de la especie al parecer han sido insuficientes, ya que las poblaciones de chigüiros continúan decreciendo en lugares donde no ha sido autorizada su explotación.

La rápida disminución de las poblaciones silvestres en Colombia desde hace décadas ha llevado a tomar diversas medidas para lograr su conservación y a la vez satisfacer el interés de los pobladores por hacer una explotación de este recurso. Las medidas tomadas para la conservación de los chigüiros han incluido la veda total e indefinida de su caza en el territorio nacional, decretada en 1964 (Resolución 0219 de 1964 del Ministerio de Agricultura), y la veda temporal a partir de 1969, que permite la caza comercial de machos mayores de tres años únicamente en los meses de enero, febrero y marzo de cada año, manteniéndose la veda total el resto del año (Resolución 072 de 1969 del INDERENA).

Posteriormente, las autoridades ambientales optaron por formular alternativas de producción diferentes a la extracción del hábitat natural como medida de conservación y en respuesta al interés por el aprovechamiento de la especie. Por ello, a partir de 1987 se diseñó un programa de manejo y aprovechamiento de los chigüiros basado en la zootecnia en sistema intensivo y en sistema semi-extensivo (MMA 2000). No obstante, los resultados obtenidos en el sistema de cría intensiva (Cruz 1974, Ramírez-Perilla *et al.* 1991, 1992, 1996; Giraldo & Ramírez 2001) fueron cuestionados y poco atractivos económicamente por su relación beneficio/costo, ya que se requería hacer una gran inversión que no compensaba los resultados (Jaramillo 1998). Las dificultades de manejar en cautiverio

una especie social, con comportamiento agonístico, y los altos costos de inversión y el bajo retorno económico llevaron a los fracasos tanto biológicos como económicos, no solo en Colombia (Jaramillo 1998) sino en otros países (Moreira & MacDonald 1996, Marín *et al.* 2001). Por el contrario, el aprovechamiento de las poblaciones en un sistema semi-extensivo continuó hasta comienzos del nuevo siglo, cuando el sistema fue evaluado y se llegó a la conclusión que el aprovechamiento se estaba realizando directamente del medio y no en modo semi-extensivo.

En la actualidad existen algunas poblaciones silvestres que han logrado recuperarse debido al control de la caza ilegal que han ejercido algunos dueños de hatos, quienes durante los últimos años se han consolidado en asociaciones de usuarios de la especie, interesados en hacer un aprovechamiento sostenible de las poblaciones. Por su parte, las autoridades ambientales reglamentaron la caza comercial de las poblaciones silvestres (Decreto 4688 de 2005 del MAVDT), teniendo en cuenta la veda temporal sobre esta especie que existe desde 1969 (Resolución 072 de 1969 del INDERENA). Las autoridades ambientales han establecido la caza comercial de chigüiros adultos teniendo en cuenta cuotas de aprovechamiento (Artículo 6, Decreto 4688 de 2005 del MAVDT), exigiendo la licencia ambiental otorgada por las corporaciones autónomas regionales correspondientes (Decreto 4688 de 2005 y Decreto 2820 de 2010 del MAVDT), sustentada en estudios de impacto ambiental conforme a las directrices o términos de referencia que para el efecto estableció el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Decreto 4688 de 2005 y Resolución 1292 de 2006 del MAVDT). Estas medidas han sido toma-

das con el fin de hacer un uso sostenible de los chigüiros en aquellos lugares donde existen poblaciones silvestres con abundancias que así lo permitan, y dentro del marco del plan regional de conservación de la especie.

Sin embargo, el logro de este tipo de uso puede ser posible sólo si se cuenta con la participación de los usuarios interesados, las autoridades ambientales y las entidades de investigación, dentro de un contexto jurídico, económico y social que promueva la integración de la dimensión biológica dentro de los sistemas productivos.

En este contexto se hace necesario el planteamiento de programas y estrategias de manejo y conservación de las poblaciones silvestres de chigüiros, que contemplen tanto aspectos del comportamiento social (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008) como de la dinámica poblacional (Mesa 2005). Al tener en cuenta la dinámica poblacional, es posible hacer predicciones de las probables tendencias de la población y orientar su desarrollo hacia una dirección deseada (Ojasti 2000). Sin embargo, los estudios poblacionales y de comportamiento requieren de varios años de investigación, mientras que las decisiones de manejo deben ser tomadas en corto tiempo, lo que lleva a buscar otro tipo de herramientas de investigación como los modelos de simulación, que permitan obtener resultados en un corto plazo.

Aunque desde 1977 Bone había desarrollado un modelo de simulación de la explotación comercial de chigüiros en Venezuela (Ojasti 1997), solo en años recientes se ha incrementado el uso de estos modelos, que permiten hacer proyecciones de las poblaciones silvestres de chigüiros

bajo diferentes escenarios de cosecha o aprovechamiento. En Argentina, Federico & Canziani (2003, 2005) desarrollaron un modelo matricial de la dinámica poblacional de chigüiros, estructurada en cinco categorías de edad y sometida a cosecha. En Colombia, Mesa (2005) realizó un modelo de la dinámica de la población con una estructura simple de edades (crías, juveniles y adultos) en dos zonas de la Orinoquía, con el fin de simular el efecto de la cosecha de adultos sobre la población, utilizando diferentes porcentajes de cosecha discriminando entre macho y hembras. Este modelo fue propuesto como una herramienta para que las autoridades ambientales locales establecieran las cuotas de cosecha adecuadas que permitieran que la población se mantuviera en el tiempo. Recientemente Maldonado-Chaparro & Blumstein (2008) desarrollaron un modelo simple, donde se tomó como base la manada estructurada en tres categorías de edad, para evaluar los efectos de dos aspectos del comportamiento social (el infanticidio de machos y la supresión reproductiva de hembras) bajo diferentes escenarios de cosecha.

Estos modelos han arrojado resultados importantes sobre la caza o cosecha selectiva de individuos y su efecto sobre la población. La cosecha selectiva solo de hembras adultas tiene un gran efecto sobre la dinámica de la población mientras que la cosecha solo de machos tiene un efecto menor (Mesa 2005, Mesa-González *et al.* 2014). De otra parte, las hembras entre 18 y 26 meses tienen altos valores reproductivos, por lo cual contribuyen significativamente en la dinámica poblacional (Federico & Canziani 2005) y su cacería o cosecha debería ser restringida. El modelo de Maldonado-Chaparro & Blumstein (2008) enfatiza

el papel importante que tiene la supresión reproductiva de hembras en la dinámica de la población. Así mismo, estos autores sugieren que la cacería o cosecha selectiva de machos puede sesgar la proporción de sexos de la población, reducir la edad promedio de los machos e inducir al infanticidio de machos, que dada la condición social de la especie, podría llevar a la disrupción de la estructura social. Estos modelos sugieren que la población de chigüiros no puede

mantenerse en el tiempo cuando es sometida a tasas de cosecha iguales o superior al 30 % de los adultos (Mesa 2005, Mesa-González *et al.* 2014, Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008).

Los resultados arrojados con estos modelos pueden ser la base para el planteamiento de estrategias de manejo que reduzcan las amenazas que existen sobre los chigüiros y lleven a su conservación.

Agradecimientos

Esta contribución fue elaborada a partir de consultoría “Implementación de la fase inicial del programa de manejo de chigüiro (*Hydrochaeris Hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria”, realizada para el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia”, como parte del proyecto “Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción” dentro del Convenio de Cooperación Técnica y Científica 085 de 2001 entre el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y el antiguo Ministerio del Medio Ambiente. Agradecemos a Jorge Helberth Sánchez, psicólogo, por su participación dentro del componente social de este proyecto.

Literatura Citada

- Aldana, J. 1999. Tamaño, densidad, estructura y distribución espacial de una población de chigüiros en Caño Limón, Arauca. Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Aldana-Domínguez, J., J. Forero, J. Betancur & J. Cavellier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris* Rodentia: Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458.
- Alho, C., Z. M. Campos & H.C. Goncalvez. 1989. Ecology, social behavior and management of the Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford K. H. & Eisenberg J. F. (eds.). *Advances in neotropical mammalogy*. San Hill Crane Press. Gainesville.
- Atuesta, N., A. Guzmán & E. Mesa. 2006. Ajuste metodológico para la evaluación de las poblaciones de chigüiros y sus hábitats y simulación de la cosecha. Pp. 1-1 a 1-62, en *Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare*. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía y Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Azcarate, T. 1980. Sociobiología y manejo del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Doñana Acta Vertebrata 7(6):1-228.
- Ballesteros, C. J & P. J. Jorgenson. 2009. Aspectos poblacionales del cacó (*Hydrochoerus hydrochaeris isthmius*) y amenazas para su conservación en el nor-occidente colombiano. *Mastozoología Neotropical* 16(1):27-38.
- Barreto, G. & E. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybaras in seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 14(1):87-98.

- Botero-Botero, A. J. A. Sánchez-Pachón, I. G. A. Cárdenas-Saldarriaga & C. N. Cardona-Claros. 2010. Registro y distribución de una población introducida de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el departamento del Quindío. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío* (21):29-35.
- Calderón, R. H., B. E. Castilla & F. Lozano. 1973. Aspectos fisiológicos y sanitarios del chigüiro. Tesis de Veterinaria. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Camargo, A. 2006. Monitoreo para el manejo de las poblaciones de chigüiro y sus hábitats. Pp. 5-1 a 5-28, en *Convenio Interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare*. Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía y Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Clavijo, J. J. 1993. Aspectos de la biología y el manejo de los chigüiros en Colombia. Pp. 21-65, en *Manejo de fauna silvestre acuática y actualización en zootecnia*. Memorias. Bogotá.
- Correa, V., M. F. & C. A. Sánchez. 1994. Estudio citogenético del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris hydrochaeris*) descripciones preliminares. Tesis de Veterinaria. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Correa, C. & L. F. García. 2014. Caracterización genética de poblaciones silvestres de chigüiro en el Casanare. Pp. 169-184, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Cortés, S. A. J. 1972. Algunas consideraciones técnicas de la especie chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) para su explotación económica en zoológicos. Ministerio de Agricultura e Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables-INDERENA. Mimeografiado. Bogotá.
- Cruz, C. A. 1974. Notas sobre el comportamiento del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en confinamiento, en *Primer simposio internacional sobre chigüiro y babilla*. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables-INDERENA, Bogotá.
- Escobar, A. & E. González-Jiménez. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 26:215-227.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1985. Manejo de fauna silvestre y desarrollo rural: Información sobre 7 especies de América Latina y el Caribe. Proyecto FAO/PNUMA. FP-G 105-8501. Documento Técnico No 2. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago.
- Federico, P. & G. Canziani. 2003. Modelo de dinámica poblacional de carpinchos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) incluyendo cosecha. Pp. 177-183, en Canziani G., C. Rossi, S. Loiselle, & R. Ferrati (eds.). *Los Esteros de Iberá*. Informe del proyecto "El manejo Sustentable de Humedales en el Mercosur". Fundación Vida Silvestre, Argentina.
- Federico, P. & G. Canziani. 2005. Modeling the population dynamics of capybara *Hydrochaeris hydrochaeris*: A first step towards a management plan. *Ecological Modelling* 186:111-121.
- Ferraz, K. P. M. B., R. M. F. Santos-Filho, T. R. O. Piffer & L. M. Verdade. 2001. Biología e manejo da capivara: do controle de danos ao máximo rendimento sustentável. Pp.580-588, en Mattos W. R. S. (ed.). *A produção animal na visão dos brasileiros*. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasil.
- Forero, J. 1999. Dieta alimentaria del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Caño Limón, Arauca, Colombia Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Fuerbringer, B. J. 1974. El chigüiro: Su cría y su explotación racional. *Temas de Orientación Agropecuaria*. 99:5-59.
- Giraldo, H. D. & J. Ramírez. 2001. Guía para el manejo, cría y aprovechamiento sostenible del chigüiro o capibara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linneo. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- González-Jiménez, E. & E. Szeplaski. 1998. Manejo y producción de chigüiros a nivel de finca. Papeles de Fundacite Aragua.

- Greene, C., J. Umbanhowar, M. Mangel & T. Caro. 1998. Animal breeding systems, hunter selectivity and consumptive use in wildlife conservation. Pp. 271-305, en Caro, T. (ed.). *Behavioral ecology and conservation biology*. Oxford University Press, New York.
- Guzmán, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris* durante la época de lluvias en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 31- 70, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.
- Hernández-Camacho, C. J., R. J. E. Pachón & J. V. Rodríguez. 1983. Evaluación de poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los hatos “Brasilia”, “Guamito”, “La Aurora”, “La Borra”, “El Danubio”, “La Veremos” y “Mapurisa”, Municipio de Hato Corozal, Casanare. Enero de 1983. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. Informe final. Bogotá.
- Herrera, E. A. 1986. Vida en grupos y ecología del capibara, en Memorias X Congreso Latinoamericano de Zoología. Programa Científico. Viña del Mar, Chile.
- Herrera, E. A. 1992. Growth and dispersal of capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* in the Llanos of Venezuela. *Journal of Zoology* 228:307-316.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- Herrera, E. A. & D. W. MacDonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679.
- Herrera, E. A. & D. W. MacDonald. 1993. Aggression, dominance and mating success among capybaras males (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Behavioral Ecology* 4(2):114-119.
- Herrera, E. A., M. E. Chemello, E. A. Lacey, V. Salas & B. F. Sousa. 2004. Characterization of microsatellite markers from capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochoeridae). *Molecular Ecology Notes* 4:541-543.
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en Instituto de Ciencias Naturales. Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente). 1969. Resolución 072 del 7 de febrero de 1969 “por la cual se reglamenta la caza del chigüiro”. Colombia.
- INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente) & CORPOS (Corporación Colombiana de Proyectos Sociales). 1994. Informe final.
- Jaramillo, C. C. A. 1998. El chigüiro integrado a sistemas de producción. Manuscrito. Universidad Nacional de Colombia, Sede Orinoquía, Arauca.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1):31-40.
- León, C. A. 1974. Zoonimia y distribución geográfica del chigüiro en Colombia. Pp. 1-9, en *Primer simposio internacional sobre chigüiro y babilia*. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables-INDERENA, Bogotá.
- Lord, R. D. 1991. Twenty four hour activity and coprophagy by capybaras. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 26:113-120.
- MAC (Ministerio de Agricultura y Cría). 1972. El manejo racional del chigüiro en Venezuela. Dirección de Recursos Naturales, División de Fauna. Caracas.
- Maldonado-Chaparro, A. & D. T. Blumstein. 2008. Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. *Biological Conservation* 141: 1945-1952.
- Maldonado-Chaparro, A. & P. Sánchez. 2010. Seasonal spatial distribution patterns of a capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) population in the flooded savannas of Colombia. *Mastozoología Neotropical* 17(2):287-294.

- Maldonado-Chaparro, A., L. M. Bernal-Parra, G. Forero & M. Ruiz-García. 2011. Estructura genética de un grupo de capibaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochoeridae) en los Llanos orientales colombianos. *Revista Biología Tropical* 59(4):1777-1793.
- Marín, A; R. Arias & S Gutiérrez. 2001. Mejoras en el sacrificio de los chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). FAO, Santiago (Chile). Oficina Regional para America Latina y el Caribe. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/chiguire.htm> (último acceso diciembre 2008).
- Márquez, G. 2001. De la abundancia a la escasez. La transformación de ecosistemas en Colombia. Pp. 1-86, en Palacios G. (ed.). *La naturaleza en disputa*. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblios, Bogotá.
- Massoia, E. & A. Fornes 1969. Descripción de *Hydrochoeris* en edad fetal y comparación con los adultos (Mammalia, Rodentia, Hydrochaeridae). *Physys* 29 (78):95-99
- Mauro, R. A. & A. Pott. 1996. Dieta de capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) basada en análisis microhistológico de las heces. *Vida Silvestre Neotropical* 5(2):151-153.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Decreto 4688 del 21 de diciembre de 2005 “por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial”. Colombia.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2006. Resolución 1292 del 30 de junio de 2006 “por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para las actividades de caza comercial”. Colombia.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2010. Decreto 2820 de agosto 5 de 2010 “por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. Colombia.
- Medina, A. P. 1999. Actividades del chigüiro (*Hydrochoeris hydrochaeris*) en los esteros de Caño-Limón, Arauca-Colombia. Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Mesa, E. 2005. Análisis de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoeris hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) como herramienta de manejo hacia el aprovechamiento sostenible y la conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Mesa-González, E., H. F. López-Arévalo, P. Sánchez & C. I. Caro. 2014. Modelo de simulación de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoeris hydrochaeris* en el departamento de Casanare. Pp. 337-360, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoeris hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura. 1964. Resolución 0219 del 9 de octubre de 1964 “por la cual se establecen unas vedas de caza”. Colombia.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2000. Zoocría en Colombia. Evolución y perspectivas. Bogotá.
- Mondolfi, E. 1957. Mamíferos de Venezuela: El chigüiro. *El Farol*. 168:38-40.
- Mones, A. 1973. Estudios sobre la familia Hydrochoeridae (Rodentia), I. Introducción e historia taxonómica. *Revista Brasileira de Biología* 33:277-283.
- Mones, A. & J. Ojasti. 1986. *Hydrochoeris hydrochaeris*. *Mammalian Species* No. 264.
- Moreira, J. R. A & D. W. MacDonald. 1993. The population ecology of capybaras (*Hydrochoeris hydrochaeris*) and their management for conservation in Brazilian Amazonia. Pp. 26-27, en Mayo, S. J. & D. c. Zappi (eds.). *Biodiversity and environment: Brazilian themes for the future*. Linnean Society of London/Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Moreira, J. R. & D. MacDonald. 1996. Capybaras use and conservation in South America. Pp. 88-101, en Taylor, V. J. & N. Dunstone (eds.). *The exploitation of mammal populations*. Chapman & Hall, London.
- Nogueira-Filho, S. L. G. 1996. Criação de capivara. Volume 5. Centro de Produções Técnicas, Viços CPT, M. G. Brasil.
- Oikos. 2003a. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.

- Oikos. 2003b. Monitoreo biológico al proceso de sacrificio y aprovechamiento de 6800 ejemplares de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*), autorizados por CORPORINOQUIA en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare. Informe final. Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Yopal
- Ojasti, J. 1971. El chigüire. Defensa de la Naturaleza (3):3-10.
- Ojasti, J. 1972. El chigüire. Ministerio de Agricultura y Cría-MAC. Caracas, Venezuela.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1997. Explotación humana de capibaras. Pp. 283-301, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura. México.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Ojasti, J. & L. M. B. Sosa. 1985. Density regulation in population of capybara. Acta Zoológica Fennica 173:81-83.
- Otero de la Espriella, R. 1973. El chigüiro como recurso económico y alimenticio. Temas de Orientación Agropecuaria 99:61-68.
- Perea, J. & S. Ruiz. 1977. Organización social y hábitos territoriales del chigüiro. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Quintana, R. D. 1999. Relación entre la estructura del paisaje en un humedal y la fauna silvestre: El carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) como caso de estudio. Pp. 178-197, en Malvárez A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.ege.fcen.uba.ar/gieh/PDF_MIOS/carpi_mab.pdf (último acceso noviembre 2006).
- Quintana, R. & A. Perera. 1994. El carpincho, un recurso que espera. Anales de la Sociedad Rural Argentina 4-6:18-22.
- Quintana, R. & J. Rabinovich. 1993. Assessment of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina Wetlands. Ecology and Management 2(4):223-230.
- Quintana, R. D., S. Monge & A. I. Malvarez. 1998. Composición y diversidad de las dietas del Capibara y del ganado doméstico en un agroecosistema de la región central de Entre Ríos, Argentina. Ecotrópicos 11(1):33-44.
- Ramírez-Perilla, J., S. Bohórquez & B. Romero. 1992. Interacciones sociales de un grupo de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*: Mammalia), mantenidos en confinamiento estricto. Acta Biológica Colombiana 2(7-8):7-28.
- Ramírez-Perilla, J., N. Martínez, D. Giraldo, M. Torres, S. Bohórquez. & C. Romero. 1991. Desarrollo de un modelo tecnológico para la producción de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en cautividad. Fase I. "Captura, traslado, manejo alimentario y conducta social". Informe de avance de resultados. Convenio de Cooperación Científica - Tecnológica SENA-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ramírez-Perilla, J., C. Romero, S. Bohórquez, & N. Martínez. 1996. Adaptabilidad y tolerancia de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*: Hydrochaeridae) al confinamiento. Acta Biológica Colombia 3(2):53-71.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., J. I. Hernández-Camacho, T. R. Defler, M. Alberico, R. B. Mast, R. A. Mittermeier & A. Cadena. 1995. Mamíferos Colombianos: Sus nombres comunes e indígenas. Ocasional Papers in Conservation Biology. Ocasional Paper No. 3. Conservation International, Editorial Gente Nueva. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Sánchez-Isaza, C. A. & L. M. Jiménez-Robayo. 2014. Estudio citogenético del chigüiro de la Orinoquía colombiana (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 147-168, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Soini, P. 1993. Estudio de la dinámica poblacional del ronsoco o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el río Pacaya, Perú. Folia Amazónica 5(1-2):137-154.
- Soini, N. P & M. Soini. 1992 Ecología del ronsoco o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Folia Amazónica 4(2):119-133.

Tafur, M. P. 2004. Acercamiento a la percepción sobre el chigüiro (*Hydrochaeris isthmus*) hábitat, cacería dieta y caracteres morfológicos básicos de esta sub especie en la comunidad Isla de Los Palacios, en el complejo Humedal “Los Platos” Medio Atrato, Antioquia -Chocó-Colombia. Tesis de Ecología. Universidad Javeriana. Bogotá.

UNILLANOS (Universidad de Los Llanos) & MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.

Usma, J. S. 1991. Aspectos ecológicos del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Reserva Natural Laguna de Sonso. Tesis de Biología. Universidad del Valle. Cali.

Woods, CH. A. 1993. Suborder Hystricognathi. Pp. 771-807, en Wilson, D. E. & D. M. Reeder (eds.). *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference*. 2nd ed. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

Woods, CH. A & W. Kilpatrick. 2005. Infraorder Hystricognathi Brandt, 1855. Pp. 1538-1600, en Wilson, D. E. & D. M. Reeder (eds.). *Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference*. 3ra edición. Smithsonian Institution Press. American Society of Mammalogists. Washington.



SECCIÓN II.
CARACTERIZACIÓN
Y EVALUACIÓN DE HÁBITATS

Caracterización de vegetación en sabanas anegables asociadas a poblaciones silvestres de *Hydrochoerus hydrochaeris*

Patricia Torrijos-Otero

Grupo de Estudios Ecológicos Oikos.

Resumen

Realicé la caracterización de la vegetación de sabanas anegables en sitios donde se encuentran poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). El trabajo de campo lo hice en tres localidades del departamento de Casanare: Caño Chiquito (municipio de Paz de Ariporo), hato La Aurora (municipio de Hato Corozal), y un sector de los hatos San Pablo, Santana y San Felipe (municipio de Orocué). En estos lugares identifiqué las unidades de vegetación y cuantifiqué la productividad neta, proteína bruta, proteína digerible y porcentaje de digestibilidad de las especies vegetales de mayor preferencia y palatabilidad para los chigüiros. Encontré ocho unidades de vegetación: Sabana herbácea, sabana de pajonal, sabana arbustiva, matas de monte, bosque bajo, bosque ripario, palmar y estero. En cuanto a la composición, registré *Axonopus purpusii* (guaratará), *Leersia* sp. (lambedora), *Mesosetum loliiforme* (colchón de pobre) y *Paspalum pectinatum* (grama), que son especies de la sabana herbácea, consideradas como un recurso alimenticio importante para la población de chigüiros. Así mismo, registré especies propias de sabana de pajonal como *Imperata brasiliensis* (víbora), y especies leñosas, arbustivas y arbóreas que representan sombrío, protección de espejos de agua en la temporada seca y son sitios adecuados para los chigüiros en la época reproductiva. Encontré que *Axonopus purpusii* fue la especie de mayor producción de biomasa, y tuvo un porcentaje de proteína bruta del 7.03 %, con 3.99 % de proteína digerible y un porcentaje de digestibilidad del 56.75 %.

Palabras claves: Sabana anegable, pastura, productividad, hábitat, chigüiros.

Abstract

*I made the characterization of the flooded savanna vegetation in places where there are wild populations of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). I did field work in three localities of the Casanare Department: Caño Chiquito (Paz de Ariporo Municipality), La Aurora ranch (Hato Corozal Municipality); and a section of the San Pablo, Santana y San Felipe ranches (Orocué Municipality). In these places, I identified the vegetation*

units and I quantified the net productivity, crude protein, digestible protein and percentage of digestibility and palatability of plants most preferred for the capybara. I found eight units of vegetation: Herbaceous savannas, savanna of plenty of straw, shrub savanna, mount bushes, low forest, riparian forest, palmer and matting. As far as the composition, I registered Axonopus purpusii, (guaratara), Leersia sp. (lambedora), Mesosetum loliiforme (colchón de pobre) y Paspalum pectinatum (grama), which are herbaceous savanna species, considered as an important food resource for the population of capybaras. Also, I recorded species native grassland savanna Imperata brasiliensis (víbora), and ligneous, shrub and arboreal species, that provide shade, protection of water bodies in the dry season and are suitable sites for the capybara in the breeding season. I found that Axonopus purpusii is the species of greater biomass production, and had a crude protein percentage of 7.03 %, in 3.99 % and a digestible protein digestibility percentage of 56.75 %.

Key words: *Flooding savanna, pasture, productivity, habitat, capybaras.*

Introducción

Los Llanos Orientales de Colombia cubren 17 millones de hectáreas, de las cuáles 12 millones corresponden a llanura bien drenada, 3.5 son de altillanura plana, 6.5 son de altillanura ondulada, 2 millones son terrazas fluviales y piedemonte y 5 millones son sabanas mal drenadas o anegables (Vera & Seré 1987). Aun cuando se ha realizado la caracterización ecológica de la vegetación de esta región (por ejemplo FAO 1965, Blydenstein 1967, Grollier 1995 y Torrijos et al. 2001), los elementos de la sabana anegable solo han sido abordados tangencialmente.

La sabana anegada es un ecosistema estratégico de gran importancia económica, biológica y ecológica para la Orinoquía. Este ecosistema juega un importante papel ecológico y biológico, determinante de la regulación del ciclo hidrológico de la cuenca del río Orinoco y de la región de los llanos colombo venezolanos (Peñuela

et al. 2011). La sabana anegable es considerada como refugio para la vida silvestre dada su productividad primaria y los reservorios de agua. Las sabanas anegables representan un *continuum* ecológico de un pastizal natural, que permite la presencia de tanto de herbívoros silvestres como de ganadería, por su amplia gama de forrajes, su alto valor nutritivo y amplio período de producción (González-Jiménez 1995). Este ecosistema alberga especies de fauna silvestre entre las cuales está el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*, que encuentra en la sabana anegada un hábitat apropiado, que le brinda todos los recursos necesarios para su sobrevivencia. Dentro de la sabana anegable los chigüiros cumplen un papel fundamental, ya que además de afectar la vegetación y la circulación de nutrientes, suministran energía a biofagos secundarios incluido el hombre (Ojasti 1991).

Uno de los parámetros a considerar en la evaluación de la oferta de recursos del hábitat es el conocimiento de la composición y estructura de la vegetación, así como la productividad, la cual indica la cantidad de materia disponible para los consumidores (Solbrig 1996). La caracterización del componente vegetal es esencial, ya que refleja las condiciones edáficas y climáticas locales, y además aporta información básica para implementar futuras acciones de restauración de sabanas que han sido degradadas por el sobre-uso del suelo. Para el caso del chigüiro, el conocimiento de la sabana entendida en el sentido amplio, es un elemen-

to importante en la dinámica estacional de la población, en los patrones de densidad y en los rasgos de historia de vida de la especie. La evaluación de las sabanas aporta información valiosa acerca de su uso con relación a la biodiversidad de fauna de la Orinoquía. Es por ello que el propósito de mi estudio fue caracterizar la vegetación de las sabanas anegables que están asociadas a las poblaciones de chigüiros en el departamento de Casanare, y cuantificar la productividad neta, proteína bruta, proteína digerible y porcentaje de digestibilidad de las especies vegetales de mayor preferencia y palatabilidad para los chigüiros.

Métodos

La zona de estudio comprende tres sitios del departamento de Casanare. El primer sitio de estudio fue el Hato La Aurora ubicado en el Municipio de Hato Corozal. Este hato, con una extensión aproximada de 20 000 ha (19 070 ha según la cartografía digital) funciona desde 1987 como zocriadero de chigüiros en la modalidad semi-extensivo, consistente en el aprovechamiento de un porcentaje de individuos de la población silvestre, establecido por la autoridad ambiental. El segundo sitio corresponde a los hatos asociados en torno a la Asociación de Criadores de Chigüiro de Paz de Ariporo ASOCHIPA, los cuales en su mayoría se encuentran en la jurisdicción de la Vereda Caño Chiquito en el Municipio de Paz de Ariporo y ocupan una extensión de 38 000 ha, según el ajuste de la cartografía digital. El tercer sitio lo conformaron los Hatos San Pablo, Santana y San Felipe en el municipio de Orocué, con una extensión de 66 000 ha.

Caracterización de unidades fisiográficas y unidades de vegetación

Determiné las unidades fisiográficas que combinan topografía local, procesos edáficos y fisonomía de la vegetación allí desarrollada, con base en la fotointerpretación del área y la información de visitas al campo. Para la caracterización de las unidades de vegetación consideré dos niveles de resolución, dependiendo del área a evaluar y del alcance de interpretación: El puntual y el local.

Para el alcance puntual utilicé el método de la parcela y el método del transecto.

Método de la parcela. En las unidades de bosque ripario, palmar y bosque de galería, donde había estratos altos, utilicé el método de la parcela encerrando áreas de 10 x 10 m (Mueller-Dombois & Elleberg 1974). Registré los siguientes parámetros:

1. DAP: Medí con una cinta diamétrica los fustes a la altura del pecho (1.3 m aproximadamente).
2. Altura total: Estimé la altura total por observación directa.
3. Altura de fuste: Medí la altura del tronco hasta la primera ramificación.

Con la información de los levantamientos calculé los siguientes parámetros:

1. Frecuencia relativa % (Número de veces o submuestras en que se repite una especie/número total de submuestras x 100).
2. Área basal relativa % (Área basal de la especie/Área basal total x 100), la cual representa la dominancia.
3. Densidad relativa % (Número de individuos de la especie/Número total de individuos de la especie).
4. Cobertura relativa (%): Cobertura de la especie (%) / Cobertura (%) total de las especies que conforman el estrato x 100.
5. Índice de valor de importancia IVI (Finol 1976): Densidad relativa (%) + Dominancia relativa (%) + Frecuencia relativa (%).

Método de transecto. Realicé transectos de 2 m de ancho cuando la disposición de la vegetación arbórea o arbustiva estaba presente en franjas estrechas, como sucede en algunos bosques riparios. Registré los aspectos estructurales mencionados anteriormente, de acuerdo a los estratos presentes. En las unidades de sabana herbácea y sabana de pajonal utilicé el método de Paladines (1992). Utilicé las claves de Escobar *et al.* (1993) para identificación de algunas especies vegetales.

Para el alcance local utilicé el método de los transectos ecotopográficos, con el objeto de registrar la cobertura vegetal de varias unidades de paisaje contiguas.

Transectos ecotopográficos. Utilicé transectos de un kilómetro, y consideré las unidades de bosque, sabana arbustiva, sabana herbácea y estero. En los transectos registré la especie dominante (considerada como la matriz), las especies acompañantes, el porcentaje de cobertura vegetal, la evidencia de pastoreo, la incidencia de erosión y la presencia de cursos o espejos de agua que cortaran el transecto.

Determinación de la productividad de pastura palatable

En las sabanas seleccionadas como área de estudio y donde comprobé el uso del hábitat para pastoreo de chigüiro, coseché material vegetal utilizando marcos de PVC de un área de 0.5 x 0.5 m. La altura de corte la hice a 5 cm del suelo simulando el pastoreo del chigüiro, según se describe en la literatura y lo que he observado directamente en campo. Una vez hecha la cosecha, determiné la productividad de las pasturas a través del método indirecto de la diferencia de peso fresco y peso seco. Obtuve cada unidad muestral por triplicado (Rao *et al.* 2001).

Determinación del valor nutricional

Realicé el análisis de proteína bruta, proteína digerible y porcentaje de digestibilidad de *Axonopus purpusii*, *Paspalum* sp. y *Leersia* sp. Evalué los parámetros de digestibilidad en pepsina de actividad 1:10 000, concentración de 0.002 %, con un tiempo de incubación de 16 horas. Realicé las pruebas en el Laboratorio de Análisis y Ensayos Nutrianalisis. Las pruebas se aplicaron a una muestra homogenizada proveniente de un triplicado cosechado en sabanas estudiadas.

Resultados

Unidades fisiográficas

Las unidades fisiográficas se encuentran en una llanura modelada por la dinámica de desborde de los cauces, donde sobresalen:

Bancos. Son diques naturales localizados entre los cauces, los esteros y los bajos. En esta unidad se desarrolla *Sporobolus indicus*, *Leptocoryphium lanatum*, *Desmodium* sp., *Eriosema* sp., *Galactia* sp., *Axonopus* sp., *Setaria geniculata* y varias especies del género *Paspalum*.

Esteros. Son zonas de drenaje plano y amplio que se inundan periódicamente. En esta unidad hay predominio en sabana eólica y en sabana pirófila y es frecuente la presencia de *Hymenachne amplexicaulis*, *Leersia hexandra* (lambedora), *Paratheria prostata*, varias especies del género *Panicum*. Durante la época seca se pueden encontrar especies de la familia Cyperaceae.

Bajos. Son depresiones que se inundan periódicamente, donde se desarrolla vegetación de pastizal, especialmente de *A. purpusii*, *Andropogon selloanus*, *L. lanatum*, *P. prostata*, *Panicum* sp. (carrizo) e *Imperata brasiliensis* (víbora).

Bosques. Se localizan a lo largo de las vegas o terrazas de ríos y caños de carácter permanente y/o temporal. Están influenciados por irregularidades del nivel freático o por la distribución de las lluvias durante el año. En esta unidad el dosel se encuentra a aproximadamente 12 m de altura.

Unidades de vegetación

En la zona de estudio encontré las siguientes unidades de vegetación:

Sabana herbácea (Sh). Es una sabana con matriz de pastos de hábito de crecimiento postrado, en macolla, cespitoso, erecto o ascendente; con alturas que van desde los 5 cm hasta los 1.7 m. En esta sabana los elementos leñosos están ausentes o pueden estar presentes en escasa cantidad (Figura 1A).

Composición. La sabana herbácea está compuesta por especies de las familias Poaceae, Fabaceae y Cyperaceae. Los géneros más frecuentes son *Axonopus*, *Trachypogon*, *Paspalum*, *Mesosetum*, *Hyparrhenia* e *Imperata*. En la sabana herbácea también están presentes dicotiledóneas herbáceas iniciadoras de sucesión vegetal o especies propias de sabana, tales como *Eriosema* sp., *Centrosema* sp., *Vigna* sp., *Galactia* sp., y especies de la familia Melastomataceae (Torrijos *et al.* 2001).

Durante el período seco la composición de la sabana herbácea varió según el elemento predominante, así: La sabana herbácea de *A. purpusii* (guaratará) estuvo compuesta por 95 % de *A. purpusii* (guaratará), 2 % de *Borreria* sp. (botón de rienda), 2 % de biomasa seca 2 % y 1 % suelo desnudo. La sabana herbácea de *Paspalum pectinatum* (grama) estuvo compuesta por 87 % de *P. pectinatum* (grama), 4 % de *Peltaea speciosa* (oreja de mono), 4 % de *Hyparrhenia rufa* (puntero) 4 % de *Mimosa* sp. (dormidera), 3 % de biomasa seca y 2 % de leguminosas indeterminadas. Finalmente la sabana de *P. prostata* (pasto patero) estuvo compuesta de 70 % de *P. prostata*, 20 % de suelo desnudo y 10 % de biomasa seca.

Estructura. Las sabanas herbáceas presentan un estrato en donde se desarrollan gramináceas de diferentes portes dependiendo de



Figura 1. Unidades de vegetación. Sabanas: **A.** Sabana herbácea en el Estero El Morichal, Hato Liverpool, municipio de Paz de Ariporo. **B.** Sabana de pajonal en el Estero El Corozo, Finca California, Paz de Ariporo. **C.** Sabana arbustiva en el Estero Cheveche, Hato La Aurora, municipio de Hato Corozal. Fotos Nancy Burgos.

la especie. En el estrato rasante se encuentra *Mesosetum loliiforme* hasta los 0.1 m, que es abundante donde el suelo conserva humedad. Las macollas de *A. purpusii* (guaratará) tiene una altura de 0.25 hasta 0.40 m, mientras que las macollas de *Andropogon bicornis* (rabo de zorro) desarrollan el escapo floral hasta los 1.5 m de altura, que se mantiene debido a la lignificación de sus tejidos. Las macollas de *I. brasiliensis* (víbora) alcanzan alturas de 1.7 en estado vegetativo.

La dominancia está dada por la especie que forma la matriz, que generalmente son gramíneas como *A. purpusii* (guaratará). La matriz puede tener una cobertura del 100 %, debido a que presenta crecimiento en macolla erecta y densa, con sufrutices dispersos de dicotiledóneas como *Clidemia* sp., *Pterogastra* sp. y *P. speciosa*. Cuando la matriz es de *I. brasiliensis*, generalmente se encuentran dicotiledóneas como *P. speciosa* y macollas de *A. bicornis* (rabo de zorro). Cuando la cobertura vegetal disminuye al 60 %, se encuentran parches de suelo desnudo.

Sabana de pajonal (Sp). Es una sabana inmersa en una matriz de pastos de porte bajo, donde se desarrollan macollas de *I. brasiliensis* con fisonomía de pajonal. Este tipo de vegetación se desarrolla en los bajos húmedos. En algunos casos el pajonal forma una matriz (Figura 1B).

Estructura. El primer estrato está formado por una matriz de *A. purpusii* (guaratará) que va hasta una altura de 0.25 m. El segundo estrato son macollas de *A. bicornis* que en estado vegetativo alcanzan hasta 0.5 m, con inflorescencia hasta 1 m. Así mismo, se encuentran parches densos de *I. brasiliensis* con apariencia de pajonal, cuya altura oscila entre los 0.7 y 1 m.

De forma aislada hay sufrutices de dicotiledóneas como *Melochia villosa*, *Mimosa pudica* y *P. speciosa*. La cobertura vegetal es del 95 %, por lo tanto el porcentaje de suelo desnudo es escaso.

Sabana arbustiva (Sa). Es una sabana con matriz de pastos y con elementos leñosos que forman parches de 1 hasta 6 m de diámetro en cuyo interior se desarrollan especies susceptibles a la quema. En otros casos los arbolitos se encuentran aislados en medio de la sabana abierta. Las alturas de los arbustos van hasta los 5 m. Este tipo de sabanas se localizan en sectores aledaños a los bosques riparios, en la transición sabana-bosque, cerca de las matas de monte o como límite de potreros en sabanas antrópicas en proceso de sucesión que han sido manejadas con quemadas (Figura 1C).

Composición. En este tipo de sabana predominan especies de las familias Poaceae, Melastomataceae, Dilleniaceae, Lamiaceae y Malvaceae en el estrato herbáceo. Las especies de las familias Annonaceae y Monimiaceae predominan en el estrato arbustivo.

Estructura. Tiene tres estratos donde el primer estrato es de gramíneas de crecimiento erecto y denso de *A. purpusii* y en otros casos gramíneas de crecimiento ascendente como *Paspalum* sp., *Leersia* sp., que van hasta los 0.25 m; así mismo se encuentran macollas de *A. bicornis*. El segundo estrato está compuesto por sufrútices de *M. villosa*, *Miconia* sp., *P. speciosa* y bejucos de *Davilla nitida*. El estrato arbustivo está conformado por arbolitos de *C. americana* y *Vismia* sp., que en algunos sectores se encuentran asociados formando parches con diámetros de 1.5 m y que van hasta 1.5 m de altura. Esta estructura es frecuente en los sectores protegidos del fuego durante periodos de tiempo superiores a 1 año (Torrijos *et al.* 2001). Es frecuente encontrar arbolitos ramificados desde la base, aislados y dispersos en la sabana abierta.

La sabana herbácea forma parches de arbustos dispersos formando núcleos de especies intermedias en la sucesión de sabanas quemadas que tienen un diámetro de 1.5 m. Al interior de estos núcleos se desarrollan especies arbóreas propias de los bosques de galería intervenidas y de las matas de monte, como *Tapirira guianensis*, *Ocotea* sp., *Cecropia* sp., *Zanthoxylon* sp., especies que no son susceptibles al fuego. En algunos sectores es frecuente el desarrollo de arbolitos aislados, distanciados 5 a 6 m. Esta sinusia es escasa en el sector de Caño Chiquito.

Mata de Monte (Mm). Son formaciones de porte alto, que se desarrollan donde el nivel freático del agua es alto. En algunos casos como en el sector de Caño Chiquito, estas manchas de bosque han sido iniciadas por los propietarios del predio (Figura 2A).

Composición. Se encuentran especies como *Aiphanes caryotifolia*, *Bactris* sp., *Vitex orinocensis* (guarataro), *Ocotea* sp., *Cecropia* sp. y *Guarea* sp.

Estructura. Las matas de monte son manchas de bosque de 50 x 100 m en promedio, de copas reducidas que presentan tres estratos. El estrato arbóreo tiene un dosel de 10 m de altura, los árboles tienen porte recto y son ramificados a los 3 m. El estrato arbustivo va hasta 5 m y es escaso. El estrato herbáceo es escaso y corresponde a la regeneración natural que se presenta asociada y alrededor de los árboles adultos (Figura 2A).

En esta unidad vegetal, las especies arbóreas que presentaron el mayor Índice de Valor de Importancia fueron *Ficus* sp. (51.16), *Xylopia* sp. (37.83), *Guarea* sp. (35.37), *Ocotea* sp. (27.44), *A. caryotifolia* (26.96), *Zanthoxylon* sp. (16.32), *V. orinocensis* (19.30), *Bactris* sp. (33.45) y *Cecropia* sp. (24.70).

Bosque ripario (Br). Esta unidad se localiza a lo largo de los caños o ríos, donde se desarrolla vegetación arbórea madura o en proceso de sucesión. En algunos casos hay bosques riparios o de galería de bajo porte, producto de la recuperación de áreas quemadas en años anteriores. En otros casos es producto de la fertilidad de los suelos de la vega del río o del caño o de antiguas terrazas de inundación o en aluviones recientes de los cursos de agua. Así mismo, es frecuente encontrar palmares asociados a los caños (Figura 2B).



Figura 2. Unidades de Vegetación. Bosques: A. Mata de monte en el Hato San Pablo, municipio de Orocué. Foto Nelson Vélez. B. Bosque ripario o de galería en el Fundo el Mono, Hato La Aurora, municipio de Hato Corozal. C. Bosque bajo en Caño el Venado, Hato Liverpool, municipio de Paz de Ariporo.

Composición. Las especies dominantes en el bosque ripario son *Attalea regia* (palma real), *Cassia moschata* (cañofistol), *Copaifera canime* (aceite), *Ficus* sp. (matapalo), *Curatella americana* (chaparro) y *Xylosma spiculiferum* (canilla de venado). También se encuentran esporádicamente individuos de *Spondias mombin* (hobo), *Tabebuia crisanta* (flor amarillo), *Bombacopsis* sp. (ceiba), *Ocotea* sp., *Brosimum* sp., *Anime* sp., *Pouteria* sp. y *Nectandra* sp.

Estructura. Son bosques formados por tres estratos, con dosel a 12 m. El primer estrato va de 8 a 12 m, el segundo estrato va de 5 a 8 m de altura. El estrato herbáceo tiene una altura hasta 1 m y

presenta abundante regeneración natural. En general los fustes son reclinados, con raíces zancas y las copas permiten la entrada de luz. Hay presencia de epífitas no vasculares y abundantes bejucos dispersos en el área. El suelo tiene abundante hojarasca. Los valores de Índice de Valor de Importancia fueron 174.96 para *A. regia* (palma real) y 9.74 para *X. spiculiferum* (canilla de venado).

Bosque bajo (Bb). Es la unidad que corresponde a la vegetación localizada a lado y lado de los caños. En su mayoría no sobrepasan los 20 m de altura y tiene de tres a cuatro estratos. Predominan los fustes ramificados a baja altura, las copas planas que se solapan y los abundantes bejucos

(Figura 2C). Son bosques muy intervenidos ya que es la madera utilizada en la fabricación de cercas, postes y para la construcción de viviendas.

Composición. El estatus sucesional de las especies allí registradas son de tipo secundario como *X. spiculiferum* (canilla de venado), *V. orinocensis* (guarataro) y *Caraipa guianensis*.

Estructura. Algunos bosques bajos presentan dos estratos y dosel cerrado a 18 m. El primer estrato va de 12 a 18 m y el segundo va 6 a 12 m, formado por varitas emergentes. Los fustes son reclinados, no hay sotobosque, la regeneración natural es escasa y el suelo está cubierto por hojarasca. Hacia el margen del bosque hay matorral de bejucos secos. En esta unidad el Índice de Valor de Importancia fue 84.88 para *X. spiculiferum*, 110.65 para *V. orinocensis* y 39.29 para *C. guianensis*.

Palmar (PI). Son unidades casi exclusivas de una sola especie con algunas especies herbáceas en el sotobosque. Esta unidad se localiza en la ribera de caños y lagunas (Figura 3A).

Composición. La especie dominante en esta unidad fue *A. regia* (palma real), *X. spiculiferum* (canilla de venado), *Cecropia* sp. (yarumo), *Triplaris* sp. (vara santa), *Zanthoxylon* sp. (tachuelo) y *Ficus* sp. (lechero).

Estructura. El palmar se localiza en banco no inundable y está formado por dos estratos arbóreos. El primero con palmas que van de los 25 a los 30 m de altura y CAP de 1.2 a 1.3 m. El segundo estrato que va de los 9 a los 12 m de altura y está compuesto por *A. regia*

(palma real) y árboles de especies acompañantes como *X. spiculiferum* (canilla de venado), *Cecropia* sp. (yarumo), vara santa, tachuelo y lechero. Las copas no se solapan y permiten la entrada de luz al interior del bosque. El sotobosque es ralo y va hasta los 0.9 m de altura y está formado en su mayoría por juveniles de palma, individuos de los géneros *Psychotria* y *Palicourea* y helechos de los géneros *Adiantum* y *Polypodium*. El suelo se encuentra cubierto por hojarasca o suelo desnudo en algunos sectores.

Esteros (E). Se localizan en los bajos que son inundados en la época de lluvias y que en la época seca mantienen vegetación rasante: La matriz generalmente es *Mesosetum* sp. (colchón de pobre), *P. prostata* (pasto patero), *Leersia* sp. (pasto lambedora), y en las áreas con espejo de agua *Polygonium* sp. (ají rebalsero) y *Eichornia* sp. (lirio de agua). En estos sitios se presenta una rápida sucesión durante los períodos de lluvias y la temporada seca, en la cuál las especies de dicotiledóneas rebrotan, así como los pastos habituales como *Leersia* sp. y *M. loliiforme*, aportando más materia orgánica (Figura 3B).

Composición. Predominan *Eichornia heterosperma*, *M. loliiforme* (colchón de pobre), *Leersia* sp. (pasto lambedora) y *P. prostata* (pasto patero). En las áreas con espejo de agua se encuentra *Polygonium* sp. (ají rebalsero), *Panicum* sp. (canutillo), *Eichornia* sp. (lirio de agua), *Lemna* sp. (lenteja de agua), *Paspalum conjugatum*, *H. amplexicaulis*, *Eichornia* sp. (boro) y *Oryza* sp. (arrocillo).

Estructura. En las áreas más húmedas predomina una matriz de *P. prostata* (pasto patero), *Leersia* sp., que son especies de



Figura 3. Unidades de Vegetación. **A.** Palmar en Caño Bercaire, Finca San José, municipio de Paz de Ariporo. **B.** Estero el Morichal, Hato Liverpool, municipio de Paz de Ariporo. Fotos Nancy Burgos.

hábito postrado y crecimiento estolonífero, formando solamente el estrato rasante. La estructura de los esteros depende de la época del año en la cuál se realice el muestreo. En medio de la época seca es frecuente encontrar matrices de *M. loliiforme*, con parches de *Polygonium* sp., con coberturas vegetales que no sobrepasan el 60 %, así como también plantas aisladas de Leguminosas indeterminadas donde la condición de sequía es aún más crítica. Cuando hay espejo de agua es frecuente encontrar lirios

de agua y lenteja de agua y Aráceas del género *Caladium* sp. con coberturas del espejo hasta del 40 %.

Productividad neta

En la Tabla 1 presento el valor de biomasa seca para las diferentes especies de sabana herbácea en diferentes localidades de Casanare. Encontré que la especie de mayor producción de biomasa fue *A. purpusii*, en la localidad de Marbella en Paz de Ariporo.

Tabla 1. Productividad neta en sabana herbosa expresada como biomasa seca de *Axonopus purpusii*, *Paspalum pectinatum* y *Mesosetum loliiforme* en diferentes localidades de Casanare, en temporada seca.

Productividad neta en sabana herbosa			
Localidad	Unidad de vegetación	Biomasa seca Kg/ha (Evento 1)	Biomasa seca Kg/ha (Evento 2)
Marbella	Sabana herbácea de <i>A. purpusii</i>	1000	680
La Victoria	Sabana herbácea de <i>A. purpusii</i>	733.2	600
La Estación	Sabana herbácea de <i>P. pectinatum</i>	800	440
El Cariño	Sabana herbácea de <i>P. pectinatum</i>	626.4	533.2
La Esperanza	Sabana herbácea de <i>A. purpusii</i>	746.4	436.4
San José	Sabana herbácea de <i>A. purpusii</i>	464	466,4
San Pablo	Sabana herbácea de <i>P. pectinatum</i>	234.37	693.2
Santana	Sabana herbácea de <i>M. loliiforme</i>	195.31	280

Valor nutricional

La pastura de *A. purpusii* (guaratará) tuvo un porcentaje de proteína bruta del 7.03 %, con 3.99 % de proteína digerible y un

porcentaje de digestibilidad del 56.75 %. La pastura de *Paspalum* sp. (grama) tuvo 12.65 % de proteína bruta y 4.77 % de proteína digerible y un porcentaje de digestibilidad de 37.73 %.

Discusión

El tipo de sabana varía de acuerdo con la unidad fisiográfica donde se encuentre. En el estero debido a la mayor disponibilidad de agua y al rápido retorno de nutrientes, son frecuentes las gramíneas de porte bajo postradas y con poco tejido lignificado, lo cual implica que son más apetecibles y más consumidas por las diferentes especies de fauna, especialmente por el ganado vacuno, equino y los chigüiros (Rippstein *et al.* 2001).

En la Sabana herbácea (Sh) hay mayor oferta de biomasa palatable constituida por *A. purpusii* (guaratará), *Paspalum* sp. (grama) y *P. prostata* (pasto patero), las cuales conforman la matriz. Sin embargo, es importante considerar el aporte de especies como *Leersia* sp. (lambedora), *Panicum* sp., (canutillo) y abundantes dicotiledóneas del grupo de las Leguminosas como *Centrosema* sp. y *Desmodium* sp., que se encuentran dispersas en la matriz de gramíneas y que son apetecibles para los chigüiros y para el ganado ovino. Tanto el Estero (E) como la Sabana herbácea (Sh) son unidades donde se concentra buena parte de la disponibilidad proteínica para el chigüiro y otras especies.

L. hexandra con 9.43 % de proteína cruda se cataloga como una pastura de alta palatabilidad que dispone de agua y nutrientes durante más tiempo, por lo tanto la pro-

ducción de forraje se mantiene durante la mayor parte del año. Sin embargo, hay que considerar que la producción de biomasa seca es inferior por unidad de área que la de pasturas como *A. purpusii* (guaratará), debido a que el índice de área foliar es más reducido (González-Jiménez & Escobar 1977).

El valor de una pastura, está directamente asociado con la composición botánica, la cantidad de biomasa, el valor nutricional (calidad de la pastura) y la preferencia o palatabilidad de los animales por una especie determinada. Por ello, para evaluar el valor de una pastura es necesario conocer el valor pastoril (VP) que involucra la palatabilidad para la especie.

Los chigüiros cubren el 82 % de su dieta consumiendo plantas forrajeras de la sabana herbácea y del estero, mientras que los ganados introducidos lo hacen solo en un 64 % (Escobar & González-Jiménez 1973). El chigüiro consume plantas de la familia Cyperáceae y plantas acuáticas como *Eichornia* sp. (lirio de agua) en un 2 %, que no son consumidas por el ganado bovino y que están disponibles a finales del verano. Así mismo, *P. prostata* es apetecida por los chigüiros (22.78 %), bovinos (19.19 %), equinos (21.40 %) y en menor proporción por venados (2.63 %), lo mismo ocurre con *L. hexandra*. Mientras que especies

del género *Axonopus* son preferidas especialmente por bovinos (13.58 %) y equinos (18.75 %).

Algunos estudios realizados en sabana nativa manejada con fuego han evaluado el valor pastoril (VP) de las sabanas, cuantificando frecuencia de una especie, productividad, calidad y preferencia del ganado, encontrando que las gramíneas con valores altos de VP a las cuatro semanas de la quema son *A. purpusii* (2.7), *Trachypogon vestitus* (2.7), *Andropogon leucostachyus* (2.3), Leguminosas (2.0), *Gymnopogon foliosus* (1.7), *A. selloanus* (1.7), *Otachyrium versicolor* (1.3), *A. bicornis* (0.7), y Ciperáceas (0.8; Rippstein *et al.* 2001). En el mismo estudio se confirmó que el VP cambia de acuerdo con la fecha en que ocurre la quema y con la variación de la carga animal. Pero en todos los casos se registra *A. purpusii* como una especie con los valores más altos de valor pastoril VP.

Agrotec (1999) firma brasilera especialistas en manejo de chigüiro, afirma que un adulto consume en promedio 5 Kg de pasto/día, que equivale más o menos a un 10 % del peso vivo del animal/día. Si esto es así, en un estero como Marbella (Paz de Ariporo) se agotaría la pastura en 83 días aproximadamente con un carga de un animal/ha, suponiendo que no hay renovación permanente de la pastura. Cuando el chigüiro es criado con otros tipos de ganado recomiendan 2 a 3 animales por ha.

El chigüiro en general rechaza las plantas leñosas, aromáticas o espinosas excepto de especies como *Cordia tetrandia* del que

consume corteza y hojas en verano, *Machaerium acuminatum* del que consume corteza, *Mimosa asperata* del que consume puntas de hojas y tallos en verano y de *Acacia glomerosa* del que consume accidentalmente cortezas en verano. Así mismo, es frecuente que los chigüiros consuman conucos de maíz, yuca y caña de azúcar, así como las topocheas cuando aún no han madurado (Ojasti 1973). Sin embargo, la presencia de unidades de vegetación con elementos leñosos es importante porque son unidades utilizadas para protegerse del sol, refugiarse durante los partos y son usadas como áreas de juego de los juveniles.

Es difícil relacionar de modo directo el valor nutricional de la pastura, con la preferencia ya que puede ser un factor decisivo el sabor o la textura percibida y estas son cualidades difíciles de medir. Sin embargo, es evidente que el chigüiro es muy selectivo y según algunos autores su dieta es más parecida a la de los equinos.

En general en los Llanos Orientales se ha reportado que la diferencia en la productividad reflejada en la ganancia de peso de los animales (evaluando ganado ovino), proviene principalmente de la diferente composición botánica de la pastura y en menor grado de la diferencia en el valor alimenticio global de dicha pastura (Rippstein *et al.* 2001). Información de este tipo para los chigüiros es necesaria para abordar aspectos relacionados con su manejo y aprovechamiento, considerando disponibilidad, ganancia y pérdida energética en el hábitat.

Agradecimientos

Este estudio hace parte del proyecto “Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare para formular una propuesta de conservación y manejo sostenible”, realizado entre los años 2002 y 2003 por el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos en convenio con la Gobernación de Casanare.

Expreso mis agradecimientos a la zootecnista Lilian Fernanda Salcedo Restrepo, al equipo de trabajo del Grupo de Estudios Ecológicos Oikos, al señor Eduardo Martínez y su esposa Libia Parales, al ingeniero forestal Eduardo Naranjo y a todas las personas que me recibieron en sus hatos en Paz de Ariporo, Orocué y Hato Corozal brindando su tiempo, hospitalidad y conocimiento de la sabana.

Literatura Citada

- Agrotec. 1999. Capibara: Cría y cautiverio. Video. Videocasete (VHS) (49 min.). 13 mm.
- Blydenstein, J. 1967. Tropical savanna vegetation of the Llanos of Colombia. *Ecology* 48(1):1-15.
- Escobar, A. & E. González-Jiménez. 1973. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con especial al chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 26(3):229-236.
- Escobar, G., J. Belalcázar & G. Rippstein. 1993. Clave de las principales plantas de sabana de la altillanura de los Llanos Orientales en Carimagua, Meta, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT, Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira y CIRAD-EMTV, Cali.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1965. Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales. Colombia. Tomo III. La vegetación natural y la ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma.
- Finol, H. 1976. Estudio fitosociológico de las unidades 2 y 3 de la Reserva Forestal de Caparo, Estado de Barinas. *Acta Botánica Venezolana* 10(1-4):15-103.
- González-Jiménez, E. 1995. El Capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado Actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma.
- González-Jiménez, E. & A. Escobar. 1977. Flood adaptation and productivity of savanna grasses. Pp. 510–514, en *Proceedings XIII International Grassland Congress*. Leipzig Akademik Verlag. Berlin.
- Grollier, C. 1995. Caractérisation des savanes d’une region des Llanos Orientaux de Colombie. Mémoire de fin d’études. ISTOM/École d’Agro-Développement International. Cergy-Pontoise, France.
- Mueller-Dombois, D. & H. Elleberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1991. Human exploitation of capybara. Pp. 236-253, en Robinson, J. G. & K. H Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago.
- Paladines, M. 1992. Metodología de pastizales. Serie metodológica, Manual No.1: Pastos y forrajes. Proyecto de Fomento Ganadero (PROFOGAN), MAG/GTZ. Quito, Ecuador.
- Peñuela, L., A. P. Fernández, F. Castro & A. Ocampo. 2011. Uso y manejo de forrajes nativos en la sabana inundable de la Orinoquía. Convenio de cooperación interinstitucional entre The Nature Conservancy (TNC) y la Fundación Horizonte Verde (FHV), con el apoyo de la Fundación Biodiversidad de España y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (CORPO-RINOQUIA). Colombia.

- Rao, I., G. Rippstein, G. Escobar & J. Ricaurte. 2001. Producción de biomasa vegetal epígea e hipógea en las sabanas nativas. Pp. 198-221, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.
- Rippstein, G. Allard, J., Corbin, G. Escobar & R. Serna. 2001. Productividad de pasturas nativas y diferentes modelos de manejo en los Llanos Orientales. Pp. 186-197, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.
- Solbrig, O. T. 1996. The diversity of the savanna ecosystem. Pp. 1-27, en Solbrig, O. T, E. Medina & J. F. Silva (eds.). *Biodiversity and savanna ecosystem processes: A global perspective*. Ecological Studies Vol. 21. Springer Verlag, Berlin.
- Torrijos, O, P., J. O. Rangel & G. Rippstein. 2001. Quema y sucesión secundaria de la vegetación en el Centro de Investigación Agropecuaria Carimagua. Pp. 64-80, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.
- Vera, R. & C. Seré. 1987. Sistemas de producción pecuaria extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela Proyecto ETES. Informe final. Centro Internacional de Agricultura CIAT. Cali.

Calidad del hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica

Angélica Rocío Guzmán-Lenis¹, Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro¹, Hugo Fernando López-Arévalo^{1, 2}, Pedro Sánchez-Palomino^{1, 3}, Olga L. Montenegro^{1, 2} & Marco A. Torres⁴

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

⁴ Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible -GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana. Universidad de Los Llanos.

Resumen

Desarrollamos un modelo de evaluación del hábitat disponible para el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en las sabanas inundables de la Orinoquía colombiana, usando los Procedimientos de Evaluación de Hábitat (HEP) propuestos por la U.S. Fish and Wildlife Service. Aplicamos el modelo en cuatro cuadrantes de 3600 ha en los municipios de Hato Corozal (año 2004) y Paz de Ariporo (años 2004, 2005 y 2006) en el departamento de Casanare. Mediante ensayos que incluían análisis estadístico, ajustamos el modelo con la información generada cada año, con el fin de hallar una relación positiva entre calidad del hábitat y la densidad poblacional. Realizamos la evaluación de hábitat a dos escalas: Nanoescala (1:1) y mesoescala (1:25 000). A nanoescala evaluamos la disponibilidad de los recursos refugio y alimento. A mesoescala evaluamos la disponibilidad de refugio, alimento y agua; presión de caza; presencia de adecuaciones para el depósito de agua; e índices de Dominancia, Yuxtaposición y Bordes. El modelo de evaluación de hábitat logró discriminar por calidades el hábitat disponible para el chigüiro, representando así, la oferta de los recursos presentes en el área de estudio. El modelo, también consiguió relacionar positivamente la calidad del hábitat con la densidad y la distribución de la especie.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, calidad de hábitat, Casanare.

Abstract

*In this work, we developed a habitat suitability model for the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) to be proved in the eastern savannas (Llanos) of Colombia. This model was based on the Habitat Evaluation Procedures (HEP) proposed by the U.S. Fish and*

Wildlife Service. We applied the model in four quadrants of 3600 ha in Hato Corozal (year 2004) and Paz de Ariporo (years 2004, 2005 y 2006) in the Casanare Department. Through essays that include statistical analysis, we adjusted the model with information collected during each year of investigation, in order to found a positive relation between habitat quality and population density. We used two scales of evaluation: High-detail or nanoscale (1:1) and medium-detail or mesoescala (1:25 000). In high-detail, we evaluated the availability of shelter and food resources. In medium-detail, we measured the availability of shelter, food and water; hunting-pressure; and the dominance, juxtaposition and edge indexes. We were able to discriminate habitat quality categories with the model and represent the available resources for the species in the study area. In addition, we were able to relate positively the habitat quality, the population density and the species distribution.

Key words: *Capybara, Hydrochoerus hydrochaeris, habitat suitability, Casanare.*

Introducción

La iniciativa de desarrollar un modelo de evaluación del hábitat disponible para el chigüiro, surgió como respuesta a la necesidad de generar elementos técnicos para apoyar las decisiones de manejo encaminadas al uso sostenible de la especie. Los aspectos relacionados con el hábitat tales como oferta de alimento y refugio, junto con información sobre parámetros poblacionales tales como la abundancia, son fundamentales en el proceso de toma de decisiones, ya que a partir de ellos se puede validar o invalidar una propuesta de manejo.

En primera instancia, es necesario aclarar algunos conceptos sobre hábitat. El hábitat puede definirse como los recursos y las condiciones presentes en un área que favorecen su ocupación por parte de un organismo, y que influyen sobre su supervivencia, reproducción y bienestar. En otras palabras, el hábitat está constituido por la suma de los recursos específicos que son necesarios para un organismo (Hall *et al.*

1997, Krausman 1999). En este sentido, el hábitat implica más que vegetación o estructura de la vegetación, y no es equivalente a “tipo de hábitat” ó tipo de asociación vegetal en un área (Hall *et al.* 1997). Cada especie tiene requisitos específicos de hábitat (Krausman 1999), los cuales afectan la distribución y abundancia de los individuos en un área determinada, según la disponibilidad, calidad y cantidad de hábitat (Gysel & Lyon 1980). De esta forma, para prosperar en un hábitat, una población precisa de recursos como el refugio o el alimento, los cuales pueden estar ubicados en una misma asociación vegetal o en diferentes (Ojasti 2000).

La disponibilidad de hábitat se refiere al porcentaje o fracción de área que es o puede ser usada por una población. Su cuantificación usualmente consiste en una medición *a priori* o *a posteriori* de la abundancia de un recurso en un área usada por una población (Hall *et al.* 1997).

La calidad de hábitat representa la habilidad del ambiente para ofrecer las condiciones apropiadas para los individuos (Krausman 1999). Esta podría ser considerada como una variable continua que posee valores bajos, medios y altos, basada en recursos disponibles para la sobrevivencia, reproducción y la persistencia de las poblaciones (Hall *et al.* 1997). Por lo tanto, el hábitat para una especie puede ser evaluado y descrito mediante modelos conceptuales.

Los modelos de evaluación del hábitat que se apoyan en los procedimientos de evaluación de hábitat o *Habitat Evaluation Procedures* (USFWS 1980), se basan en el supuesto que el hábitat para una especie de vida silvestre puede ser descrito por un índice de conveniencia de hábitat o *Habitat Suitability Index HSI* (Gysel & Lyon 1980). El índice de conveniencia de hábitat HSI es una hipótesis de las relaciones fauna silvestre-hábitat, donde se predice la calidad potencial del hábitat a partir de sus características y del conocimiento detallado de los requerimientos ambientales de cada especie (Allen 1982). El HSI se deriva de la habilidad de recursos claves del hábitat para suplir los requisitos necesarios para supervivencia de la especie en cuestión. Esta habilidad es cuantificada a través de variables mensurables que respondan a los cambios en las condiciones del hábitat, y que estén relacionadas con la capacidad de carga del hábitat para soportar la especie (USWF 1981).

En el caso particular del chigüiro, los principales requerimientos del hábitat son el agua, el forraje y las áreas de descanso y refugio. La disposición de estos recursos determina la proporción de hábitat adecuado,

ya que el chigüiro prefiere la interfase tierra-agua, descartando los lugares alejados de ella y las zonas internas de los grandes cuerpos de agua (Quintana 1999).

Los estudios de relaciones hábitat-vida silvestre deben ser ubicados en una escala espacio-temporal adecuada (Morrison 1992). Debido a lo anterior, la evaluación de hábitat se debe realizar en varias escalas en las cuales se tienen en cuenta diversas variables, que pueden ejercer un efecto diferente de acuerdo al nivel de resolución de trabajo. Mackey & Lindenmayer (2001) proponen como escalas de trabajo referidas al hábitat, la nanoescala a nivel real (1:1), mesoescala a nivel detallado (1:20 000) y semi-detallado (1:50 000), y topoescala a nivel de reconocimiento (1:100 000).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo de nuestro trabajo fue desarrollar una metodología de fácil replicación, resumida en un modelo conceptual y práctico para evaluar el hábitat disponible para el chigüiro. Nuestro modelo tiene como propósito evaluar la calidad del hábitat disponible para el chigüiro y brindar elementos de decisión para apoyar el uso sostenible del recurso. Aunque el uso de los procedimientos de evaluación de hábitat (*Habitat Evaluation Procedures, HEP*) se ha implementado ampliamente en América por parte de la U. S. Fish and Wildlife Service para promover la estandarización de los procedimientos de evaluación del impacto ambiental que causan los proyectos que alteran el hábitat natural de la fauna silvestre, en Colombia nuestro trabajo es el primero que tiene una aproximación de este tipo al hábitat.

Métodos

Diseñamos un modelo de evaluación del hábitat disponible para el chigüiro, aplicable tanto en época de lluvias como en época seca. En la construcción del modelo de adecuabilidad de hábitat tuvimos en cuenta los requerimientos de hábitat para la especie encontrados en la literatura y la metodología propuesta por USFWS (1981), la cual propone el siguiente esquema de trabajo:

1. “Establecer los objetivos del modelo, el área geográfica de aplicación y la época climática en la que debe emplearse”.

Para el análisis del área de aplicación y época climática realizamos una revisión acerca del área de estudio e hicimos un análisis de paisaje para determinar el área en la que podría replicarse la metodología propuesta. Analizamos el paisaje con herramientas de SIG (Sistemas de Información Geográfica), fotografías aéreas (1:38 000), imágenes satelitales, cartografía base del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y datos de georeferenciación en campo.

- 2 “Definir las variables, a partir de una primera aproximación que resulte de una revisión bibliográfica de los requerimientos de hábitat conocidos de la especie, que ayude a identificar las variables según tres criterios: Que la variable esté relacionada con la capacidad de carga, que se conozca el tipo de relación de la variable con la población (relación positiva o negativa) y que sea fácil medirla”.

A partir de una revisión bibliográfica, y teniendo en cuenta los requerimientos básicos de la especie, definimos 12 variables en total.

3. “Definir la estructura del modelo: Para esto deben definirse las relaciones entre las variables escogidas”.

Para el chigüiro escogimos un modelo mecanístico, en donde las relaciones conocidas son representadas por ecuaciones matemáticas simples.

4. “Verificación del modelo. Para esto, se deben seguir las siguientes actividades:

- a) Realizar una revisión de todos los requerimientos de hábitat conocidos de la especie en estudio. Revisar el modelo y que todas las relaciones estén bien documentadas.

- b) Realizar el análisis con una muestra de datos real o ficticia, para obtener la respuesta del modelo a condiciones extremas. Si los resultados obtenidos no corresponden a los deseados, se deben realizar los ajustes necesarios para que los resultados se acerquen a lo esperado.

- c) Analizar en equipo o con expertos en el tema, con el fin de cuestionar cualquier debilidad del modelo.

- d) Probar con datos de campo.

- e) Acompañando los pasos anteriores, siempre debe realizarse una documentación y obtención de datos que ayuden al afinamiento del modelo”.

Realizamos la verificación del modelo en tres fases: En el año 2004 (época de lluvias), realizamos los primeros ajustes al modelo, definiendo las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) y las variables que más influían

sobre el modelo, con el fin de eliminar ruido. Las Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) las delimitamos a partir de las coberturas vegetales identificadas a través de fotointerpretación, clasificación de imágenes de satélite de la zona y de las coberturas observadas y georeferenciadas en campo. En el año 2005 (época de lluvias) realizamos ajustes para cumplir el supuesto de la relación densidad-calidad de hábitat. En el Año 2006 (época seca) probamos si el modelo respondía a los cambios estacionales en la oferta de recursos del hábitat, por lo tanto no se realizaron ajustes a la estructura del modelo.

En el planteamiento del modelo se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

1. Que los elementos del modelo fueran sensibles a los cambios estacionales en la oferta de recursos de la zona.
2. Que la metodología fuera fácilmente replicable.

3. Que el modelo funcionara como apoyo para la toma de decisiones, basado en la concepción que la calidad de hábitat es un soporte para el planteamiento de estrategias de uso sostenible de las poblaciones, particularmente las de chigüiro.
4. Que los resultados de la aplicación del modelo cumplieran con el supuesto de relación densidad-calidad de hábitat.

Adicionalmente definimos dos escalas de trabajo: 1) Nanoescala o escala real (1:1) en la cual se evaluaron los atributos refugio y alimento. 2) Mesoescala (1:25 000) donde se abordaron atributos del paisaje como dominancia, yuxtaposición y heterogeneidad. La evaluación a mesoescala se realizó en celdas de 16 ha definidas en el mapa de Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH). Este tamaño de celda corresponde al área de acción promedio de las manadas presentes en la zona según Camargo (2005).

Resultados

A continuación exponemos el modelo de evaluación del hábitat disponible para el chigüiro, describimos las variables escogidas para su construcción, la base teórica que sustenta cada variable y su forma de medición:

Para los años 2004 y 2005 logramos identificar, delimitar y evaluar ocho tipos de cobertura: Arbustal, Bosque, Pajonal disperso, Pajonal denso, Sabana, Estero, Estero seco y Ecotono. En el año 2006 debido a la metodología empleada, no logramos identificar el tipo de cobertura Ecotono.

Nanoescala

En esta escala se evalúan dos atributos del hábitat: Forraje (alimento) disponible y refugio. Dentro de cada atributo se evalúa la disponibilidad de forraje y el número de especies, y la cobertura climática y la cobertura de escape, respectivamente. A partir de los valores obtenidos para cada variable se calcula el HSI de cada punto evaluado y de la UEH.

La valoración de las variables se realiza en puntos de muestro escogidos al azar, dis-

tribuidos en el área de estudio dentro de un esquema de muestreo estratificado. El tamaño de la muestra se establece con base en el tamaño de la Unidad de Manejo de la siguiente forma: Si el área es menor de 6000 ha se realiza un punto por cada 200 ha, dejando como mínimo un punto por tipo de cobertura vegetal. Si el área es mayor de 6000 ha, el número de puntos de muestreo se mantiene en 30, teniendo en cuenta que si el área es muy grande (por ejemplo 15 000 ha) se deben escoger al azar dos cuadrantes de muestreo, cada uno de 3000 ha, dentro de los cuales se ubican los 30 puntos de muestreo (15 puntos en cada cuadrante), y escogiendo dos nuevos cuadrantes de muestreo cada vez que se realice de nuevo el estudio.

Forraje disponible (Disponibilidad de forraje y número de especies consumibles). La selección de estas variables se sustentó en que el forraje o alimento es uno de los principales requerimientos de hábitat del chigüiro y que su disponibilidad determina el uso de hábitat de esta especie (Ojasti 1971, Quintana 1999). La disponibilidad de forraje se refiere a la cantidad instantánea de forraje al alcance de un animal por unidad de área medida como porcentaje. Debido a que lo importante es obtener disponibilidad de alimento en total, esta variable incluye el conjunto de especies potencialmente consumibles por el chigüiro en cada subcuadrante y no la medida de cada especie de forma independiente.

El número de especies consumibles corresponde a la riqueza de especies vegetales presentes en el punto de muestro, que son consumidas por el chigüiro. Debido a que el chigüiro es una especie estrictamente herbívora y altamente selectiva (Clavijo 1993), la medición de la riqueza de especies requiere

de la identificación de las especies que conforman su dieta. Para ello se puede utilizar la guía de Guzman-Lenis (2006), la cual contiene imágenes de las plantas potencialmente consumibles por los chigüiros.

Se ha encontrado que el chigüiro puede consumir una amplia gama de plantas, que en total sumarían 153 especies de acuerdo a lo que han registrado en conjunto Escobar & González (1976), Clavijo (1993), Quintana *et al.* (1994), Mauro & Pott (1996) y Forero (1999); sin embargo, el consumo de la mayoría de estas plantas depende de la oferta según la época climática. El mayor porcentaje de la dieta de los chigüiros está compuesto por pocas especies, generalmente de las familias Poaceae (pastos), Cyperaceae, Leguminosae y Pontederiaceae (bore y otras plantas acuáticas). En Colombia se ha encontrado que el 66 % de la dieta del chigüiro está constituida por las especies: *Hymenacne amplexicaulis*, *Paspalum fasciculatum*, *Panicum maximum*, *Digitaria bicornis*, *Cynodon dactylon*, *Rhynchospora corymbosa*, *Eleocharis interstincta*, *Eichornia crassipes* y *Heteranthera limosa* (Forero 1999), y que la planta más apetecida por el chigüiro es *Leersia hexandra* o lambedora (Vivas & Arismendy 2001).

Refugio (cobertura climática y de escape). El refugio es uno de los principales requerimientos de hábitat del chigüiro (Ojasti 1973, Soini & Soini 1992, Quintana 1999). No obstante, la especie tolera hasta la falta absoluta de abrigo natural cuando no es perseguida; además puede vivir en sitios netamente boscosos si encuentra alimento suficiente a la orilla de los ríos o en el sotobosque (Ojasti 1971, Soini & Soini 1992).

El factor refugio involucra la medición de las siguientes variables:

a) Cobertura climática. La cobertura climática se refiere al porcentaje de cobertura o proporción de un área cubierta por la proyección vertical de las copas o áreas basales de las plantas a nivel de la superficie del suelo (Gysel & Lyon 1980). En vida silvestre la cobertura se interpreta como un factor del hábitat que alberga a los animales y los resguarda de extremos climáticos y depredadores, incluyendo al hombre (Ojasti 2000).

Para evaluar esta variable se mide la cobertura ofrecida por la vegetación de árboles, arbustos y hierbas. Para la cobertura climática de árboles y arbustos se mide la cobertura a partir de transectos, utilizando un acetato con una cuadrícula para la estimación visual del porcentaje de cobertura que ofrecen los arbustos y árboles, adaptando la metodología indicada en Gysel & Lyon (1980) para la estimación de coberturas en grandes áreas.

La evaluación de la cobertura climática herbácea requiere de la estimación del porcentaje de cobertura de las hierbas de más de 1 m. de altura, evaluada en un cuadrante de 50 x 50 cm. a las mismas distancias que la cobertura climática arbórea y arbustiva.

b) Cobertura de escape. Se refiere a la obstrucción visual generada por diferentes elementos del hábitat, tales como pajonales. La cobertura de escape se mide sobre los transectos definidos para la medición de cobertura climática, utilizando una tabla de 1 m. de altura para medir la obstrucción visual horizontal. Se realizan dos medidas sobre cada transecto para incluir una mayor homogeneidad o heterogeneidad dentro la misma cobertura.

Índice de calidad de hábitat (HSI). El índice de calidad de hábitat se construye a partir de índices parciales obtenidos de la valoración de cada una de las variables medidas. El valor de las variables y su rango de valoración se obtiene así:

Los valores de disponibilidad de forraje y riqueza de especies consumibles, se calculan a partir del promedio de los valores obtenidos en cada uno de los cinco cuadrantes de un metro cuadrado. La variable disponibilidad de alimento tiene un rango de valoración de 2 a 10, mientras que la riqueza de especies se valora en un rango de 1 a 5, debido a que, siendo el chigüiro un mamífero con alta eficiencia digestiva, sus necesidades nutricionales pueden cubrirse consumiendo pocas especies (Ojasti 1972, Quintana *et al.* 1998, Forero 1999), por lo cual una gran riqueza de especies potencialmente consumibles no sería tan importante como la cantidad disponible de las mismas.

La cobertura climática se estima a partir de la suma de la cobertura climática herbácea y el promedio de los valores de la cobertura climática arbórea y arbustiva. Debido a que no es posible que crezca una gran capa herbácea en un bosque tupido, esta suma no excederá el 100 % de cobertura. El rango de valoración se estableció de 2 a 10, teniendo en cuenta las observaciones en campo y la información disponible acerca de los chigüiros, a partir de lo cual se definió que la calidad de hábitat depende en gran medida de la disponibilidad de lugares para refugiarse de los depredadores y de los extremos climáticos propios de la zona.

La cobertura de escape corresponde a la sumatoria de los promedios de las medidas a 10 m y 20 m. Esto implica que un pajonal

denso, donde la tabla de medición no se ve a ninguna de las dos distancias, la medida será de cero; mientras que una sabana limpia, donde la tabla se ve completa a ambas distancias, la medida será de 30.

Para el cálculo del HSI se tiene en cuenta el valor obtenido para cada una de las variables. La valoración o calificación de cada variable se hace a partir del índice propuesto por Brower *et al.* (1989), el cual tiene en cuenta los valores máximos y mínimos para

dar una calificación a los resultados intermedios obtenidos para cada variable:

$$IR_i = [a (X_{max} - X_i) + b (X_i - X_{min})] / (X_{max} - X_{min}),$$

donde: IR_i es el índice de calificación para cada hábitat i , X_i es el valor de la variable X para el hábitat i , X_{max} es el máximo valor asignado a la variable, X_{min} es el mínimo valor asignado a la variable, a es el mínimo valor de calificación y b es el máximo valor de calificación. Los valores para calcular el índice se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores para calcular el IR (índice de calificación para cada hábitat) de cada variable en cada punto de muestreo. X_{max} es el máximo valor asignado a la variable, X_{min} es el mínimo valor asignado a la variable, b es el máximo valor de calificación y a es el mínimo valor de calificación.

Variable	X_{max}	X_{min}	b	a
Riqueza de especies consumibles	13	0	5	1
Disponibilidad de forraje	100	0	10	2
Cobertura de escape	0	30	10	2
Cobertura climática	100	0	10	2

El índice de calidad de hábitat (HSI) se obtiene mediante la adición de los índices (IR) de cada variable para cada punto, ya que las variables evaluadas son independientes. Este resultado es dividido por el máximo valor posible (suma de los b), que en el caso de nanoescala es 35, y multiplicado por 10 para convertir el índice a un rango de 2 a 10 para fácil manipulación y estandarizar los resultados (adaptado de Bramble & Byrnes 1979), es decir, el HSI del punto i se obtiene mediante la fórmula:

$$HSI_i = (IR_i^r + IR_i^f + IR_i^e + IR_i^c) * 10 / 35,$$

siendo IR_i^r el IR calculado de la riqueza de especies consumibles en la celda i , IR_i^f el de disponibilidad de forraje, IR_i^e el de la cobertura de escape y IR_i^c el de la cobertura climática.

Los valores que se utilizan a mesoescala son los promedios de los IR de cada variable de los puntos realizados en cada cobertura, es decir, para obtener el valor de la disponibilidad de forraje en la cobertura Bosque, se promedian todos los IR^f de los puntos realizados en dicha cobertura.

Mesoescala

El análisis a mesoescala depende primordialmente de la identificación y delimitación de las coberturas en el área de estudio. La calidad de hábitat se define para cada celda de 16 ha evaluada, teniendo en cuenta el arreglo espacial de la coberturas, los recursos que suministren y algunos aspectos antrópicos.

Índice de unidad hábitat. Debido a que los HSI de las coberturas varían poco dentro de la escala posible (2.49 a 6.18), se utiliza el promedio de los IR de cada variable a nanoescala en cada cobertura, para lograr que el índice tenga mayor amplitud y poder discriminante. De esta forma, se obtiene un promedio ponderado de cada recurso en cada celda de 16 ha según el área de cada cobertura. Por ejemplo, se obtiene una calificación de la cantidad de cobertura climática de una celda según las coberturas en su interior.

Disponibilidad de agua. El agua es uno de los principales requerimientos de hábitat del chigüiro (Ojasti 1971, Clavijo 1993, Quintana 1999), y la disponibilidad de este recurso determina el uso de hábitat de la especie. Los chigüiros no se alejan de los cuerpos de agua más allá de 100 m, a no ser que sea para trasladarse hacia otro cuerpo de agua (Soini & Soini 1992), o para llegar a su área de pastoreo, la cual no está a más de 300 m de la fuente de agua (Herrera & Macdonald 1989). Además de utilizar las fuentes de agua para las actividades diarias y la reproducción, los chigüiros utilizan los cuerpos de agua para trasladarse y para huir de algún peligro (Ojasti 1971, Soini & Soini 1992)

La variable disponibilidad de agua incluye los valores tanto de porcentaje de esteros como de longitud de caños, teniendo en cuenta que la presencia de una u otra fuente de agua es importante para el chigüiro. Según observaciones de campo encontramos que la presencia de sólo caños o sólo esteros es suficiente para las manadas de chigüiros. Estas observaciones se ajustan a lo encontrado por Ojasti (1971) y Herrera & Macdonald (1989), por lo cual las variables porcentaje de esteros y longitud de caños se integraron en una sola que califica la disponibilidad de agua en una celda.

De esta forma, una celda con un adecuado valor de estas variables podría obtener una valoración de 10.

a) Porcentaje de esteros. Cuando el porcentaje de esteros es de 0 % a 15 % la calificación aumenta de 2 a 10; de un 15 % a un 50 % la calificación se mantiene en 10; y de un 50 % a un 100 % de esteros la calificación pasa de 10 a 2. Es decir, se entiende como bueno para el chigüiro un porcentaje de esteros de un 15 % hasta un 50 %, y por tanto, alejarse de este óptimo disminuye la calificación. Este valor surge a partir de la proporción óptima de coberturas encontrada para la especie que es 70:15:15 de sabana, agua y bosque, respectivamente (Ojasti 1973, Oikos 2003). El límite superior de 50 %, se obtiene del razonamiento de que el chigüiro requiere tanto de agua como de áreas secas, y como no hay estudios suficientes que relacionen esta proporción y los parámetros poblacionales de la especie, se deja una proporción neutra de 50:50.

b) Longitud de caños. Teniendo en cuenta que las relaciones fauna silvestre - hábitat tienen un valor óptimo en un rango de valores, y no en un valor único (USFWS 1981), y que para los chigüiros es suficiente una sola cañada en su territorio (Ojasti 1971, Herrera & Macdonalds 1989), se decidió que la variable obtuviera una máxima valoración (10) en las celdas con 400 m de cañadas o más.

Índices de composición espacial. Los chigüiros utilizan de forma diferencial los tipos de coberturas presentes en su hábitat. En las fuentes de agua (caños, lagunas y esteros) realizan sus actividades diarias, en las sabanas de gramíneas se alimentan y en

los arbustales, pajonales y bosques se refugian (Ojasti 1971, Herrera & Macdonalds 1989, Soini & Soini 1992, Clavijo 1993). Esto significa que el chigüiro requiere de varios tipos de coberturas en su territorio. De acuerdo con Ojasti (2000), para evaluar si el mosaico de parches que conforman el paisaje tiene una estructura que satisfaga los requerimientos de hábitat del chigüiro, se utilizan diversos índices que sirven para analizar la estructura espacial del hábitat.

a) Índice de dominancia (IDO) e Índice de yuxtaposición (IJI). El índice de dominancia estima el grado de dominancia de los distintos elementos que componen un paisaje. Representa el desvío del valor calculado respecto a un máximo hipotético en el cual todos los elementos estarían representados en la misma proporción. Valores elevados de IDO implican paisajes dominados por uno o unos pocos elementos. Valores bajos de IDO indican que el paisaje está conformado por un mosaico de elementos en proporciones más o menos similares (Quintana 1999).

El índice de yuxtaposición mide la proximidad de los parches que una especie requiere para realizar sus actividades diarias y vitales. Este índice evalúa la idoneidad del hábitat para una determinada población discriminando los tipos de cobertura que ésta necesita. La yuxtaposición es el criterio más útil para analizar el arreglo espacial del hábitat de una especie que requiere simultáneamente varios tipos de cobertura (Ojasti 2000), tal como sucede con el chigüiro.

b) Total de bordes, TE. Esta variable mide la cantidad de bordes que existe en cada celda evaluada. El efecto de borde es po-

sitivo para las especies que precisan de más de un tipo de hábitat, como sucede con el chigüiro. En tal caso, la idoneidad del hábitat puede ser proporcional a la abundancia de bordes (Ojasti 2000).

Debido a que esta variable se encontró correlacionada con la variable IDO, en un 87.6 %, se le otorgó el menor peso a la variable. Se decidió no eliminarla debido a que esta correlación se genera porque las ventanas analizadas no tienen cultivos, que son los que podrían generar diferencias entre ambas variables (O'Neill *et al.* 1988). La inclusión de sectores con una mayor perturbación generará una disminución en la correlación de las variables.

Adecuaciones. Las adecuaciones de hábitat que se realizan con el fin de mitigar los efectos de los recursos limitantes durante la época seca, como el agua y el forraje, se califican con una máxima valoración de las celdas en donde se encuentran.

Presión de caza e intensidad de caza. Teniendo en cuenta que la presión de caza afecta directamente la importancia del refugio para el chigüiro (Ojasti 1971), decidimos utilizar la presión de caza como un condicional para el valor dado a la cobertura de escape y la cobertura climática (Tabla 2).

Ya que el refugio es un factor importante, pero no determinante para el uso de hábitat por parte del chigüiro en los lugares sin presión de caza (Ojasti 1971, Herrera & Macdonalds 1989), se determinó el valor del factor como 0.50. Los demás factores se escogieron teniendo en cuenta que entre mayor es la presión de caza, mayor es la importancia del refugio en el hábitat del

Tabla 2. Factor definido para cada tipo de caza de poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Factor	Tipo de caza	Definición según Ojasti (2000) y observaciones en campo
0.50	Ninguna	No se permite ningún tipo de caza.
0.50	Subsistencia	Es la que, sin ánimo de lucro, tiene como objeto exclusivo proporcionar alimento a quien la ejecuta y a su familia. A veces es utilizada para alimentar animales domésticos (ejemplo cerdos y perros).
0.50	Furtiva	Se practica esporádicamente y se cazan muy pocos individuos, sin un fin establecido.
0.55	Control – disminución	La caza de control tiene por finalidad reducir los daños que pueden ocasionar los chigüiros al sistema productivo principal (ejemplo ganado), esperando una disminución de la población, no su erradicación.
0.65	Control – eliminación	Este tipo de caza de control espera eliminar por completo las poblaciones de chigüiro, en lugares donde son considerados plaga y perjudiciales para el ganado.
0.60	Comercial sostenible	Es aquella que se realiza para obtener beneficio económico, es masiva, y espera asegurar la persistencia de la población en el tiempo.
0.65	Comercial ilegal	Es aquella que se realiza para obtener beneficio económico, es masiva, temporalizada y no cumple con los requisitos legales establecidos para tal fin.

chigüiro; y que el máximo valor del factor podría ser 0.65, con el fin de que una celda con sólo pajonal, por ejemplo, tuviera menor calificación que una celda de sabana con 400 m de cañada.

Competencia. La competencia por recursos con el ganado se da únicamente durante el pico de la época seca, cuando el uso del hábitat de ambas poblaciones se sobrepone (Escobar & González 1976, Quintana *et al.* 1998), por lo tanto, no es necesario evaluar este aspecto durante la época de lluvias. De hecho, se sabe que las actividades pecuarias han beneficiado al chigüiro, el cual puede coexistir bien con el hombre y sus animales domésticos (Ojasti 1971). También se han encontrado relaciones positivas de la coexistencia de ambas poblaciones, ya que el pastoreo del ganado mantiene el pastizal más bajo, condición en la que el pasto es más apetecible para el chigüiro (Ojasti 1971). Adicionalmente ambas

poblaciones hacen un uso diferencial de las sabanas, aprovechando de la mejor manera la producción de las mismas (Escobar & González 1976, Quintana *et al.* 1998).

Índice de calidad de hábitat. Para obtener el índice de calidad de hábitat (HSI) a mesoescala, se calculan los valores de las variables de la siguiente forma:

a) Disponibilidad de alimento, riqueza de especies consumibles, cobertura de escape y cobertura climática. Para el cálculo de la disponibilidad de alimento en cada celda se obtiene un promedio ponderado de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad de alimento} = (\sum IR_c^f * A_c) / 160\ 000\ m^2,$$

donde: IR_c^f es el promedio de los IR de disponibilidad de forraje de los puntos realizados en la cobertura C, y A_c es el área en m^2 de la cobertura C.

$$\text{Riqueza de especies consumibles} = (\sum \text{IR}_c^r * A_c) / 160\,000 \text{ m}^2,$$

donde: IR_c^r es el promedio de los IR de la riqueza de especies consumibles de los puntos realizados en la cobertura C, y A_c es el área en m^2 de la cobertura C.

Las variables cobertura de escape y cobertura climática se calculan de la misma forma.

b) Disponibilidad de agua. Para calcular esta variable, se calculan los valores de las variables porcentaje de esteros y longitud de caños, y se promedian. El valor del promedio es convertido a una escala de 2 a 10 mediante el IR, donde el valor máximo se encuentra en 6, y disminuye hacia ambos extremos (Tabla 3)

c) Adecuaciones de hábitat. Las celdas con adecuaciones de hábitat obtienen una valoración extra de 10, mientras que las que no tienen, no suman puntaje. El hecho de que no haya adecuaciones no implica que sea negativo para el hábitat, por lo cual si no hay adecuaciones la calificación no se afecta. Sin embargo, la presencia de adecuaciones hace que el valor de la celda aumente.

d) Índice de calidad de hábitat HSI.

Las variables se siguen valorando a partir del índice propuesto por Brower *et al.* (1989), el cual tiene en cuenta los valores máximos y mínimos para dar una calificación a los resultados intermedios obtenidos para cada variable:

$$\text{IR}_i = [a (X_{\max} - X_i) + b (X_i - X_{\min})] / (X_{\max} - X_{\min}),$$

donde: IR_i es el índice de calificación para cada hábitat i , X_i es el valor de la variable X para el hábitat i , X_{\max} es el máximo valor asignado a la variable, X_{\min} es el mínimo valor asignado a la variable, a es el mínimo valor de calificación y b es el máximo valor de calificación.

El índice de calidad de hábitat (HSI) se calcula de igual forma que a nanoescala, ya que las variables utilizadas son independientes, es decir, el HSI de cada celda se obtiene mediante la fórmula

$$\text{HSI} = (\sum \text{IR}^v) * 10 / 65,$$

donde IR^v es el IR obtenido de cada variable.

Discusión

El modelo de evaluación del hábitat disponible para el chigüiro surgió de la necesidad de brindar herramientas técnicas a las autoridades administrativas y a los usuarios del recurso, para implementar acciones encaminadas al uso sostenible de la especie. Se usó esta aproximación debido a que la condición y la calidad del hábitat, junto con la abundancia de individuos, son aspectos fundamentales para el planteamiento de ac-

ciones de manejo. Si la capacidad del área está subutilizada para mantener poblaciones de chigüiros, las acciones pueden dirigirse al manejo de poblaciones con el fin de incrementarlas. Si el área está copada de chigüiros, se pueden tomar dos decisiones: Realizar cosecha sostenida para evitar la sobrecarga, ó realizar adecuaciones al hábitat para aumentar su capacidad de carga (Ojasti 2000).

Tabla 3. Valores para calcular el índice sugerido por Brower *et al.* (1989) para cada variable en cada celda. X_{max} es el máximo valor asignado a la variable, X_{min} es el mínimo valor asignado a la variable, **b** es el máximo valor de calificación y **a** es el mínimo valor de calificación.

Variable	X_{max}	X_{min}	b	a
Riqueza de especies consumibles	Obtenidos a nanoescala.		5	1
Disponibilidad de forraje			10	2
Cobertura de escape			10	2
Cobertura climática			10	2
Disponibilidad de agua	6	2	10	2
Subvariable: Porcentaje de esteros	15 % a 50 %	0 % y 100 %	10	2
Subvariable: Longitud de caños y zanjas	1666.7 m	0 m	10	2
IDO	0	1	5	1
IJI	100	0	10	2
Borde Total	2138.4 m.	0 m	5	1

El modelo de evaluación de hábitat se construyó a partir de dos conceptos básicos: Hábitat y capacidad de carga. El concepto de hábitat dentro del cual se enmarca el modelo es útil al momento de definir las variables que representan los requerimientos básicos para la sobrevivencia de la población. Así mismo, el concepto de capacidad de carga, involucrado a través de la teoría de selección de hábitat, permite observar en qué medida el modelo se ajusta al comportamiento de las poblaciones.

La teoría de selección de hábitat postula como criterio de calidad, la aptitud darwiniana, la cual es difícil de estimar en levantamientos rutinarios. También predice que debe haber una densidad más alta en los hábitats con mayor calidad, por lo cual debe existir una relación entre la capacidad de carga y la calidad de hábitat. En efecto, una alta densidad indica usualmente una óptima calidad de hábitat, mientras que una baja densidad poblacional no signifi-

ca necesariamente lo contrario, porque la abundancia puede estar afectada por otros factores como la intensidad de caza o la velocidad de dispersión (Ojasti 2000).

El modelo tiene dos supuestos básicos. El primero, basado en los conceptos anteriormente abordados y el segundo referido a las variables usadas en el mismo. El primer supuesto define una relación positiva entre la densidad y/o abundancia poblacional y la calidad de hábitat, y entre ésta y la capacidad de carga. Esta relación se plantea con pleno conocimiento que la densidad no es el parámetro poblacional más aceptable como indicador para verificar el modelo. Sin embargo, debido a que en el modelo tiene en cuenta dentro de sus variables varios factores que limitan la población, tales como la disponibilidad de agua (Ojasti 1971, Clavijo 1993, Quintana 1999), se puede usar la relación planteada como un supuesto. De esta forma, las acciones realizadas hacia el incremento de la calidad del

hábitat generarán un aumento poblacional, y por lo tanto, todo el razonamiento planeado alrededor del aprovechamiento sostenible de las poblaciones será correcto.

El segundo supuesto dice que las variables medidas son las apropiadas para determinar la calidad del hábitat. En este caso, las variables escogidas para el modelo responden al cambio en la oferta de recursos del hábitat. Además, las variables utilizadas cumplen con varios de los requisitos propuestos por Shamberger & O'Neil (1986) para los procedimientos de evaluación de hábitat. Entre los requisitos expuestos se encuentran: 1) La especie responde a las variables escogidas. Esto se puede observar en la variable disponibilidad de agua. Cuando este recurso es abundante la especie está dispersa por toda la zona, pero cuando escasea, las manadas se congregan alrededor de los cuerpos de agua remanentes. 2) Las variables escogidas pueden ser estimadas y medidas de forma precisa. 3) Las variables son vulnerables al cambio. El refugio es uno de los atributos del hábitat que también se ve afectado por el cambio en las condiciones climáticas. Cuando éstas son más severas, la oferta de este recurso disminuye notoriamente. 4) Los atributos que se miden pueden ser manipulados en las decisiones de manejo y planeación. Un ejemplo claro de ello es una acción de manejo del hábitat que ya se está implementando en la zona, como la construcción de tapas cuya función es mantener reservas de agua durante los meses de mayor sequía.

Además de los aspectos del hábitat, en este modelo tuvimos en cuenta elementos del comportamiento de los chigüiros que permitieron dar un mejor sustento a la formulación del mismo. En primer lugar, el comportamiento territorial de la especie (Herrera & Macdonald 1989) puede influenciar la abun-

dancia local registrada. Esto debido a que la distribución espacial de las manadas puede estar determinada por la distribución local de los recursos y que en cada territorio deben encontrarse los recursos fundamentales para la sobrevivencia de la manada. De esta forma, al evaluar el hábitat en celdas de 16 ha, se está evaluando si todos los recursos necesarios para la especie se encuentran en un espacio determinado, cuyo tamaño se encuentra incluido dentro del rango de área de acción de los individuos en la zona de acuerdo a Camargo (2005).

De otra parte, el tamaño de las manadas está directamente relacionado con la disponibilidad de recursos. Desde el punto de vista de la teoría del forraje óptimo, a mayor oferta de recursos el número de individuos puede crecer hasta que la energía necesaria para mantener a la manada sea mayor que el beneficio energético. Estudios realizados por Oikos (2003) reportan que el número de hembras que puede tener un macho en su harem aumenta con una mayor abundancia y conectividad de los recursos en tiempo y en espacio. Teniendo en cuenta estas observaciones, si hay mayor calidad de hábitat en una celda, ésta puede sostener más chigüiros debido a que la manada es más grande, y si hay mayor número de celdas con calidad adecuada, hay mayor probabilidad que se establezcan más manadas en la Unidad de Manejo. Por tanto, el aumento en calidad puede significar el aumento de la abundancia local de la especie, aumentando tanto el número de manadas, como el tamaño de las mismas.

En cuanto a los ajustes realizados al modelo, se incorporó la opinión de los usuarios debido a que ellos son los directamente comprometidos con la toma de la información y el manejo del hábitat y las poblaciones de chigüiro. La mejor forma de obtener

datos confiables para el monitoreo de hábitat es llegar a acuerdos con los usuarios o dueños de las tierras, y el otorgarles beneficios a cambio de la información suministrada, tales como el uso sostenible de recursos renovables (Wilhere 2002). En este caso concreto, el beneficio que obtendrán es la autorización de una cuota de aprovechamiento de las poblaciones naturales de chigüiro. De esta forma se logra integrar la investigación a un sistema de uso sostenible de los recursos naturales con manejo adaptativo, contando con la participación de las tres ramas más importantes: Autoridades ambientales, usuarios del recurso e investigadores (Wilhere 2002).

Finalmente podemos concluir que el modelo de evaluación de hábitat desarrollado, es práctico, operacional y de fácil imple-

mentación en el proceso de evaluación de hábitat. A través del modelo se logra cuantificar e identificar en el espacio la calidad del hábitat disponible para el chigüiro, permitiendo así incorporar aspectos de los recursos del hábitat en los procesos de toma de decisión encaminados al uso y aprovechamiento sostenible de esta especie.

Además, el modelo representa en buena medida la información disponible acerca de los requerimientos de hábitat de la especie, ya que los diferentes aspectos ecológicos y sociales son evaluados en las diferentes escalas de aproximación al hábitat. Sin embargo, no hay que descartar estudios que permitan mejorar la sensibilidad de las variables y dar una mejor explicación a la microdistribución y abundancia local de la especie.

Agradecimientos

Este trabajo hizo parte de los estudios realizados por la Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio No. 72 “Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Fase III” (2004); los estudios realizados por Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA dentro del Convenio Interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la “Investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005); y los estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio 106 “Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana” (2006).

Agradecemos especialmente a los habitantes de la zona de estudio y a los propietarios de los hatos donde efectuamos los muestreos por permitirnos la realización de este estudio y por su colaboración durante la fase de campo. A la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo técnico y a todo el equipo de trabajo del proyecto chigüiro en sus diferentes fases, por los aportes realizados.

Literatura Citada

- Allen, A. W. 1982. Habitat suitability index models. Marten. U.S.D.I. Fish and Wildlife Service. WS/OBS-82/10.11.
- Bramble, W. C. & W. R. Byrnes. 1979. Evaluation of the wildlife habitat values of rights-of-ways. Journal of Wildlife Management 43(3):642-649.

- Brower, J. E., J. H. Zar & C. N. von Ende. 1989. Field and laboratory methods for general ecology. William C. Brown Publishers, Dubuque.
- Camargo, A. A. 2005. Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el Hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Pp.109-130, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio No. 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Villavicencio.
- Clavijo, J. J. 1993. Aspectos de la biología y el manejo de los chigüiros en Colombia. Pp. 21-65, en *Manejo de fauna silvestre acuática y actualización en zootecnia*. Memorias.
- Escobar, A. & E. González Jiménez. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 26 (3):215-228 Maracay, Venezuela.
- Forero, J. 1999. Dieta alimentaria del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Caño Limón, Arauca, Colombia Tesis Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Guzmán-Lenis, A. R. 2006. Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro. Cartilla 1. Pp. 1-164, en Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. *Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de Capacitación*. Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. Bogotá.
- Gysel, L. W. & L. J. Lyon. 1980. Análisis y evaluación de hábitat. Pp. 321-344, en Rodríguez T. R. (ed.). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. Wildlife Society, Maryland.
- Hall, L. S., P. R. Krausman & M. L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.
- Herrera, E. A. & D. W. Macdonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capibaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679.
- Krausman, P. 1999. Some basic principles of habitat use. Pp. 85-90, en Launchbaugh, K. L., K. D. Sanders, J. C. Mosley (eds.). *Proceedings of grazing behavior of livestock and wildlife symposium*. Idaho Forest, Wildlife & Range Experiment Sta. Bull #70, University of Idaho
- Mackey, B. G. & D. B. Lindenmayer. 2001. Towards a hierarchical framework for modelling the spatial distribution of animals. *Journal of Biogeography* 28(9):1147-1166.
- Mauro, R. A. & A. Pott. 1996. Dieta de capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) basada en análisis microhistológico de las heces. *Vida Silvestre Neotropical* 5(2):151-153.
- Morrison, M., B. Marcot & W. Mannan. 1992. Wildlife-habitat relationships. Concepts and applications. The University of Wisconsin Press. Wisconsin.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1971. El chigüiro. *Defensa de la Naturaleza* (3):3-10.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- O'Neill, R. V., J. R. Krummel, R. H. Gardner, G. Sugihara, B. Jackson, D. L. DeAngelis, B. T. Milne, M. G. Turner, B. Zygmunt, S. W. Christensen, V. H. Cale & R. L. Graham. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology* 1(3):153-162.
- Quintana, R. D. 1999. Relación entre la estructura del paisaje en un humedal y la fauna silvestre: El carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) como

- caso de estudio. Pp. 178-197, en Malvárez A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.ege.fcen.uba.ar/gieh/PDF_MIOS/carpi_mab.pdf (último acceso noviembre 2006).
- Quintana, R. D., S. Monge & A. I. Malvárez. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in afforestation areas of the lower delta of the Paraná River, Argentina.
- Quintana, R. D., S. Monge & A. I. Malvárez. 1998. Composición y diversidad de las dietas del capibara y del ganado doméstico en un agroecosistema de la región central de Entre Ríos, Argentina. *Ecotropicos* 11(1):33-44
- Schamberger, M. L., & L. J. O'Neil. 1986. Concepts and constraints of habitat-model testing. Pp. 5-10, en Verner J., M. L. Morrison & C. J. Ralph (eds.). *Wildlife 2000: Modeling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Soini, N. P & M. Soini. 1992. Ecología del ronsoco o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Folia Amazónica* 4(2):119-133.
- USFWS (U. S. Fish and Wildlife Service). 1980. Habitat evaluation procedures (HEP). ESM 102. Division of Ecological Services. U.S. Fish Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D. C.
- USFWS (U. S. Fish and Wildlife Service). 1981. Standards for the development of habitat suitability index models for use in the habitat evaluation procedures. ESM 103. Division of Ecological Services. U.S. Fish Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D. C.
- Vivas, G. A. & A. Arismendy. 2001. Ensayo de palatabilidad de cinco pastos para el cacó (*Hydrochaeris hydrochaeris isthmus*) en la región Canal Los Mangos de Turbo, Antioquia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 16:75-87.
- Wilhere, G. F. 2002. Adaptive management in habitat conservation plans. *Conservation Biology* 16(1):20-29.

Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare

Angélica Rocío Guzmán-Lenis¹, Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro¹, Hugo Fernando López-Arévalo^{1, 2}, Pedro Sánchez-Palomino^{1, 3}, Olga L. Montenegro^{1, 2} & Marco A. Torres⁴

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

⁴ Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible -GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana. Universidad de Los Llanos..

Resumen

Evaluamos la calidad del hábitat disponible para el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en dos cuadrantes de 3600 ha en el municipio de Paz de Ariporo (Hato Miramar y Hato Las Taparas), Casanare. Realizamos la evaluación del hábitat y utilizamos un modelo de evaluación que incorpora algunos requerimientos básicos de la especie y características del paisaje favorables para el establecimiento de sus poblaciones. Medimos cuatro variables a nanoescala (1:1) y diez variables a mesoescala (1:25 000) durante la época de lluvias (junio-julio 2004 y julio 2005) y la época seca (marzo 2006). A nanoescala evaluamos la disponibilidad de recursos como refugio (cobertura de escape y cobertura climática) y alimento (riqueza de especies y disponibilidad de alimento), que ofrecen las coberturas vegetales presentes en el área. A mesoescala evaluamos la disponibilidad de refugio (cobertura de escape y cobertura climática), alimento (riqueza de especies y disponibilidad) y agua; así como la presión de caza, presencia de adecuaciones de agua, y la configuración del paisaje (bordes, índice de dominancia e índice de yuxtaposición). Obtuvimos seis mapas de la distribución espacial de las coberturas vegetales y su respectivo mapa con la cuantificación de hábitats de calidad alta, media y baja. En el 2004 los cuadrantes de Paz de Ariporo presentaron alto porcentaje de hábitat adecuado disponible (Miramar 85.8 %, Las Taparas 88.0 %), debido a la mayor disponibilidad de los recursos agua y forraje. La calidad de hábitat aumentó del año 2004 al 2005 en los cuadrantes de Paz de Ariporo (91.1 % Miramar, 93.3 % Las Taparas), debido al cambio en la composición del paisaje, lo que afectó positivamente la disponibilidad de recursos para la especie. En el año 2006, los cuadrantes de Miramar y Las Taparas disminuyeron el área de calidad alta en un 85 y 69 % respectivamente, debido principalmente a la escasez en la oferta de recursos ocasionada por la época climática. El modelo de evaluación de hábitat que usamos mostró sensibilidad para identificar los cambios en las condiciones del hábitat observados en los cuadrantes de estudio, de tal forma que los cambios en la oferta de recursos o en el arreglo del paisaje se reflejan en los valores de HSI (*Habitat Suitability Index*) obtenidos.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, calidad de hábitat, Casanare, Colombia.

Abstract

We assessed the quality of habitat available to the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in two quadrants of 3600 ha in the Paz de Ariporo Municipality (Miramar and Las Taparas ranches), Casanare. We carry out the habitat assessment and we used an evaluation model that incorporates some basic requirements of the species and landscape features favorable for the establishment of their populations. We measured four variables at nanoscale (1:1) and ten variables in mesoscale (1:25 000) during the rainy season (June-July 2004 and July 2005) and the dry season (March 2006). In the nanoscale, we evaluated the availability of resources refuge (escape cover and “cobertura climática”) and food (species richness and food availability) offered by vegetative covers in the area. In the mesoscale, we evaluated the availability of refuge (escape cover and “cobertura climática”), food (species richness and availability) and water, hunting pressure, presence of adequacies for water, and the landscape configuration (borders, the dominance index and juxtaposition index). We obtained six maps of the spatial distribution of land cover map and its respective habitat quantification of high, medium and low. In 2004 the quadrants in Paz de Ariporo showed the highest percentage of suitable habitat available (Miramar 85.8 %, Las Taparas 88.0 %), due to the increased availability of water and forage resources. The habitat quality increased from 2004 to 2005 in the quadrants of Paz de Ariporo (91.1 % Miramar, Las Taparas 93.3 %), due to changes in landscape composition, which positively affected the availability of resources for the species. In 2006, the area of quality high in quadrants of Miramar and Las Taparas decreased by 85 and 69 % respectively, mainly due to shortages in the supply of resources caused by climatic period. The habitat assessment model showed sensitivity to identify changes in habitat conditions observed in the quadrants of study, so that changes in the supply of resources or the arrangement of the landscape were reflected in the values of HSI (Habitat Suitability Index) obtained.

Key words: Capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, habitat suitability, Casanare, Colombia.

Introducción

La Orinoquía colombiana se caracteriza por tener suelos pobres y poco aptos para la agricultura, por lo cual su principal uso ha sido la ganadería extensiva. Como una alternativa a las necesidades de desarrollo económico de la región, se ha propuesto

el promover el uso de las especies nativas promisorias y la conservación de los paisajes naturales, con el fin de generar nuevos renglones productivos, tales como la producción de carne proveniente de fauna silvestre y el ecoturismo.



Una de las especies que despierta gran interés por su potencial para la producción de carne es el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Esta especie ha sido usada desde hace varias décadas con fines de subsistencia o fines comerciales; sin embargo, la caza indiscriminada y la degradación y transformación del hábitat han ocasionado el descenso progresivo y crítico de sus poblaciones en la Orinoquía colombiana.

El uso y mantenimiento de las poblaciones silvestres de chigüiros y otras especies cinegéticas puede generar ganancias complementarias a la ganadería extensiva, a partir de un manejo adecuado tanto de las poblaciones de fauna silvestre como del hato ganadero. Esta alternativa de manejo, puede constituirse como la forma más efectiva de promover la conservación de las especies objeto de aprovechamiento, ya que un manejo adecuado del recurso lo mantiene, lo valoriza, incentiva su conservación y puede prevenir la transformación de una especie útil en un problema de conservación (Ojasti 2000).

En el caso del chigüiro, se han desarrollado estudios que soportan su uso sostenible, y contribuyen a la vez a la generación de beneficios socioeconómicos y a la conservación de la especie. En las últimas décadas se han realizado estudios poblacionales, así como evaluaciones de las condiciones del hábitat, con el fin de generar información base para el planteamiento de estrategias

de manejo y uso sostenible de esta especie. En este caso, nuestra contribución hace referencia a la implementación de un modelo de evaluación del hábitat en dos sectores del municipio de Paz de Ariporo, en el departamento de Casanare.

De acuerdo con el concepto acogido en este trabajo, el hábitat de una especie incluye no solo los componentes bióticos tales como alimento, sino también los componentes abióticos como la cobertura y el agua, necesarios para la supervivencia de la especie. Así, el hábitat está conformado por los recursos y las condiciones presentes en un área que favorecen su ocupación por parte de un organismo, influyendo sobre su sobrevivencia, reproducción y bienestar. La disponibilidad de hábitat y su calidad pueden medirse a través de los procedimientos de evaluación de hábitat (Habitat Evaluation Procedures–HEP), los cuales están basados en el supuesto de que el hábitat para una especie de vida silvestre puede ser descrita por un índice de conveniencia de hábitat o *Habitat Suitability Index*-HSI (Gysel & Lyon 1980).

El propósito de nuestro estudio fue evaluar la calidad del hábitat disponible para el chigüiro en dos cuadrantes de 3600 ha en el municipio de Paz de Ariporo durante la época de lluvias y la época seca, con el fin de suministrar información pertinente que sustente el aprovechamiento de la especie en este municipio.

Métodos

Realizamos este estudio en el municipio de Paz de Ariporo (Casanare), donde se presenta un clima cálido y húmedo, caracterizado por un régimen de lluvia unimodal

con un período seco comprendido entre los meses de noviembre y abril. El área de estudio presenta una precipitación promedio anual de 69.33 mm y una temperatura

promedio anual de 26.2 °C (IDEAM 2003). La vegetación comprende un mosaico entre bosques de galería, sabanas y esteros.

Colectamos la información para la estimación de los índices de calidad de hábitat en dos cuadrantes de 3600 ha, correspondientes a los hatos Miramar (994000 a 1000000 m E, 1 118 000 a 1 124 000 m N)¹ y Las Taparás (990 000 a 996 000 m E, 1 106 000 a 1 112 000 m N) en el municipio de Paz de Ariporo (Figura 1). Evaluamos los cuadrantes durante tres períodos: Del 26 de junio al 9 de agosto de

2004 (época de lluvias), del 27 de junio al 20 de julio de 2005 (época de lluvias) y del 13 de marzo al 10 de abril de 2006 (época seca). Realizamos la evaluación de la calidad de hábitat de acuerdo con la metodología propuesta por Guzmán-Lenis (2006) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014), la cual tiene las siguientes etapas: 1) Recolección de los datos en campo, 2) elaboración de mapas de cobertura vegetal o Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) y 3) obtención del HSI y zonificación del área de estudio en las calidades de hábitat alta, media y baja.



Figura 1. Localización geográfica del área de estudio. Hatos Las Taparás y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Establecimos los siguientes tipos de cobertura vegetal: Bosque (B), Arbustal denso (T), Arbustal disperso (A), Pajonal (P), Pajonal disperso (D), Sabana (S) y Estero (E). Cada tipo de cobertura corresponde a una

Unidad de Evaluación de Hábitat (UEH). En cada UEH evaluamos las variables definidas por Guzmán-Lenis (2006) a nanoescala (Vriqueza, Vforraje, Vescape, Vescape y Vclimática; Tabla 1) y a mesoescala

1 Coordenadas planas origen Este Central

Tabla 1. Variables evaluadas y utilizadas en la construcción del modelo de calidad de hábitat, sus relaciones, rangos de valoración y su escala. Hatos Las Taparas y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare. Época de lluvia y época seca, 2004-2006. IUH = Índice de Unidad de Hábitat.

Variable	Descripción de la variable	Interrelación	Rango de valoración	Escala de evaluación
Vriqueza	Riqueza de especies	Factor compensatorio	1-5	Nanoescala
Vforraje	Disponibilidad de alimento	Factor limitante	2-10	Nanoescala
Vescape	Cobertura de escape	Factor compensatorio	2-10	Nanoescala
Vclimática	Cobertura climática	Factor compensatorio	2-10	Nanoescala
Riqueza	IUH de riqueza de especies por unidad de hábitat	Factor compensatorio	2-10	Mesoescala
Forraje	IUH de disponibilidad de alimento por unidad de hábitat	Factor limitante	2-10	Mesoescala
Escape	IUH de cobertura de escape por unidad de hábitat	Factor compensatorio	2-10	Mesoescala
Climática	IUH de cobertura climática por unidad de hábitat	Factor compensatorio	2-10	Mesoescala
Agua	Disponibilidad de agua. Es construida a partir de las subvariables % de esteros y longitud de caños	Factor limitante	2-10	Mesoescala
IJI	Agregación de los parches en el paisaje, medido a través de la distancia media, mínima y máxima entre parches	Factor compensatorio	2-10	Mesoescala
IDO	Medida conjunta de la riqueza y abundancia relativa de los parches en el paisaje	Factor compensatorio	1-5	Mesoescala
Borde	Longitud total de bordes de los parches en el paisaje	Factor compensatorio	1-5	Mesoescala
Adecua	Presencia de adecuaciones de origen antrópico	Factor especial		Mesoescala
Caza	Tipo de caza	Factor especial		Mesoescala

(Riqueza, Forraje, Escape, Climática, Agua, IJI índice de yuxtaposición, IDO índice de dominancia, Borde, Adecua o presencia de adecuaciones de agua y Caza; Tabla 1). Las diez variables de mesoescala fueron evaluadas en parcelas o celdas de 400 x 400 m (16 ha) en cada uno de los lugares estudiados.

Recolección de los datos en campo

A nanoescala, durante el año 2004 evaluamos 21 puntos en cada uno de los cuadrantes, mientras que los años 2005 y 2006 evaluamos 24 puntos en cada uno. Los puntos de muestreo fueron escogidos

de forma aleatoria dentro de un esquema de muestreo estratificado de acuerdo a las UEH definidas.

En cada uno de estos puntos medimos los atributos Forraje (disponibilidad de forraje y riqueza o número de especies consumibles) y Refugio (cobertura de escape y cobertura climática). La evaluación de cada punto consistió de tres transectos de 50 m que se extendieron sobre los 0°, 120° y 240° de azimut a partir del punto de evaluación escogido. En cada uno de éstos puntos evaluamos la disponibilidad de alimento, la riqueza de especies consumidas por el chigüiro, la cobertura de escape y la cobertura climática, siguiendo la metodología de Guzmán-Lenis *et al.* (2014). En el caso específico de la riqueza, realizamos la identificación de las muestras vegetales con la guía de plantas potencialmente consumibles por el chigüiro elaborada por Guzmán-Lenis (2006) a partir de los estudios de la dieta de chigüiros realizados por Escobar & González-Jiménez (1976), Clavijo (1993), Quintana *et al.* (1994), Mauro & Pott (1996) y Forero (1999).

Adicionalmente realizamos recorridos sistemáticos para identificar y georeferenciar los tipos de coberturas presentes en la zona de estudio. Cada punto fue acompañado de una descripción de las características físicas del mismo. Esta información fue necesaria para la elaboración de los mapas de UEH.

Procesamiento de la información para la obtención de los mapas de UEH

Construimos los mapas de los cuadrantes de Miramar y Las Taparás para las épocas de lluvias y sequía con la información de base de los tipos de cobertura vegetal georeferenciados en campo (coordenadas pla-

nas origen Este-Central). Elaboramos el mapa de la época de lluvias a partir de la fotointerpretación de fotografías aéreas de la zona escala 1:38 000-1:40 000 y cartografía base generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Construimos los mapas de coberturas de la época seca a partir de la clasificación supervisada de imágenes de satélite. La clasificación para la época de lluvias la realizamos con base en las siguientes clases de cobertura vegetal: Arbustal (A), bosque (B), pajonal disperso (D), pajonal (P), estero (E), estero seco (Es), ecotono o arbustal denso (T) y sabana (S). Sin embargo, en la época seca la clase ecotono no fue incluida como unidad de evaluación.

Para el procesamiento, georeferenciación y clasificación de las imágenes, empleamos el software ERDAS Imagine 8.5 (ERDAS inc. 2001). Las imágenes satelitales las obtuvimos del servicio Global Land Cover Facility (University of Maryland/NASA), teniendo en cuenta la cobertura de nubes y la fecha de toma (imágenes correspondientes a las épocas consideradas). El procesamiento y corrección de las imágenes vector la realizamos en el programa ArcView 3.2a (ESRI inc. 1999).

Análisis de los datos, obtención del HSI y zonificación del área de estudio por calidad de hábitat

Realizamos el cálculo del HSI a nanoescala y mesoescala a partir del cálculo de IR (índice de calificación o valoración) de cada variable en cada punto, de acuerdo a la metodología utilizada por Guzmán-Lenis (2006). Las variables empleadas en la construcción del modelo, sus relaciones, rango de valoración y escala de evaluación se presentan en la Tabla 1.

Para la evaluación a mesoescala, dividimos cada cuadrante en celdas de 16 ha, de acuerdo al área de acción promedio del chigüiro reportada por Camargo (2005) en la región. De esta manera, evaluamos la oferta de recursos en un tamaño de área donde la manada debe encontrar todos los recursos para sobrevivir. La evaluación la realizamos sobre los mapas de coberturas editados, apoyándonos con el programa Arc-View GIS 3.2a (ESRI inc.1999) para generar la información necesaria y así obtener los valores de las diferentes variables. En cada una de las 225 celdas que conforman el cuadrante evaluamos las siguientes variables: Riqueza (riqueza de especies), Forraje (disponibilidad de alimento), Escape (cobertura de escape), Climática (cobertura climática), Agua (disponibilidad de agua teniendo en cuenta porcentaje de esteros y longitud de caños), IJI (índice de yuxtaposición), IDO (índice de dominancia), Borde (longitud de borde de los parches), Adecua (presen-

cia de adecuaciones de agua) y Caza (presión de caza). La forma en que son medidas y evaluadas estas variables se encuentra en Guzmán-Lenis (2006).

A partir de la calificación (HSI) resultante en cada celda de 16 ha, generamos un mapa de calidades de hábitat en el que las celdas son asignadas a un rango definido para calidad baja, media y alta, dando así como resultado la zonificación del área evaluada por calidades. El área de “hábitat adecuado disponible” corresponde a los sectores dentro de cada cuadrante con calidad alta y media, es decir, los que obtuvieron un valor superior a 4.14.

Analizamos tanto el cambio en las coberturas vegetales como de la calidad del hábitat entre los años de estudio. El cambio neto lo obtuvimos con la fórmula $(\text{área año 1} - \text{área año 0}) * 100 / (\text{área año 0})$, la cual señala el cambio relativo al año 0.

Resultados

Obtuvimos cuatro mapas de Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) a escala 1:25 000 para la época de lluvias del 2004 y 2005, y dos mapas con las mismas características para la época seca en el 2006 (Figura 2). En los mapas logramos identificar las UEH correspondientes a sabana (S), estero seco (Es), estero (E), pajonal disperso (D), pajonal (P), arbustal (A), arbustal denso o ecotono (T) y bosque (B). Sin embargo, los mapas de las diferentes épocas difieren entre sí por los cambios de la cobertura vegetal debidos a la influencia del clima, principalmente la precipitación. Por ejemplo, en época seca no fue posible identificar esteros y la cantidad de área de sabana fue más extensa; ade-

más en época de lluvias la cantidad y calidad de pajonal es mayor que en época seca. De otro lado, debido a la metodología de elaboración de los mapas de la época seca, no fue posible diferenciar la cobertura arbustal denso o ecotono (T) de la cobertura bosque (B), dada la superposición de los rangos de la longitud de onda del verde que caracterizaba a cada uno de los tipos de cobertura, por esta razón en el análisis de la época seca esta UEH fue obviada.

En la evaluación a nanoescala obtuvimos información acerca de los recursos que ofrece cada UEH. Por ejemplo, la sabana ofrece una gran cantidad de alimento y

poca cobertura climática, mientras que en el bosque ocurre lo contrario. Los valores que nos permiten obtener este tipo de información acerca de los recursos son los valores promedios de cada variable por cobertura, los cuales están consignados en las Tablas 2 y 3.

También el HSI en esta escala nos proporciona información acerca de los recursos que está ofreciendo el hábitat en el espacio real. La Tabla 2 muestra que los coeficientes

de variación del HSI en el bosque (B), pajonal disperso (D), pajonal denso (P) y arbustal denso (T) para la época de lluvias son relativamente bajos, ya que son menores de 10 % (Steel & Torrie 1988), es decir que hay poca variación en la oferta de recursos del hábitat en estas unidades; mientras que los coeficientes de las unidades estero (E), estero seco (ES) y sabana (S) son relativamente altos. Esta misma variabilidad en la UEH se presenta en los HSI calculados para la época seca (Tabla 3).

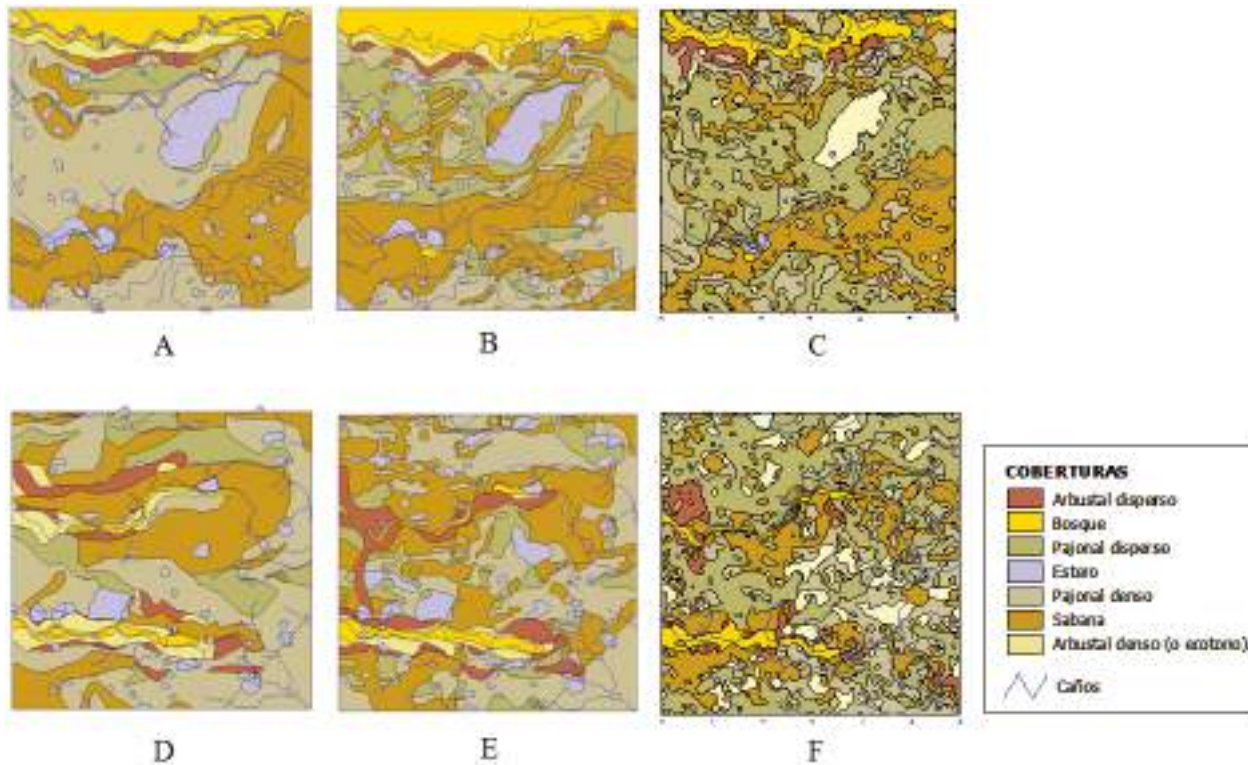


Figura 2. Coberturas o Unidades de Evaluación de Hábitat (UEH) en cada cuadrante evaluado. **A.** Miramar 2004 (época de lluvias). **B.** Miramar 2005 (época de lluvias). **C.** Miramar 2006 (época seca). **D.** Las Taparas 2004 (época de lluvias). **E.** Las Taparas 2005 (época de lluvias). **F.** Las Taparas 2006 (época seca). Hatos Las Taparas y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, 2004-2006.

Tabla 2. Unidades de evaluación de hábitat (UEH) con sus correspondientes IR (índice de calificación) por variable, calificación del *Habitat Suitability Index* (HSI), desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (CV), teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la época de lluvias de 2004 y 2005 (N = 126 puntos). Arbustal disperso (A), Bosque (B), Pajonal disperso (D), Esteros (E), Esteros secos (Es), Pajonal denso (P), Sabana limpia (S), Arbustal denso o ecotono (T), Riqueza de especies (r), Forraje (f), Cobertura de escape (e) y Cobertura climática (c). Hatos Las Tapa-ras y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	A	B	D	E	Es	P	S	T
N	9	17	24	11	6	19	28	12
IRr	2.54	1.07	2.53	1.88	1.77	2.84	2.53	2.35
IRf	7.16	2.06	8.12	5.75	3.65	5.95	8.08	6.28
IRe	5.95	4.91	6.34	5.61	2.15	9.01	3.04	7.26
IRc	2.59	9.78	2.17	2.00	2.00	4.50	2.00	6.64
HSI	5.21	5.09	5.47	4.35	2.73	6.37	4.47	6.44
D.E. _{HSI}	0.51	0.47	0.42	0.90	0.59	0.58	0.77	0.57
CV _{HSI}	9.79	9.15	7.64	20.77	21.43	9.11	17.19	8.85

Tabla 3. Unidades de evaluación de hábitat (UEH) con sus correspondientes IR (índice de calificación) por variable, calificación del *Habitat Suitability Index* (HSI), desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variación (CV), teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la época seca de 2006 (N = 48 puntos). Arbustal disperso (A), Bosque (B), Pajonal disperso (D), Esteros (E), Esteros secos (Es), Pajonal denso (P), Sabana limpia (S), Arbustal denso o ecotono (T), Riqueza de especies (r), Forraje (f), Cobertura de escape (e) y Cobertura climática (c). Hatos Las Tapa-ras y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	A	B	D	E*	Es	P	S	T*
N	1.86	1.26	2.09		1.90	2.10	1.78	
IRr	4.98	2.72	6.39		7.33	6.61	6.20	
IRf	6.31	2.44	4.53		2.00	6.93	2.00	
IRe	2.25	7.66	2.19		2.00	2.19	2.00	
IRc	4.40	4.02	4.34		3.78	5.10	3.42	
HSI	1.86	1.26	2.09		1.90	2.10	1.78	
D.E. _{HSI}	0.66	0.25	0.78		0.65	0.37	0.55	
CV _{HSI}	14.93	6.10	17.91		17.13	7.35	16.17	

* Estas coberturas no fueron evaluadas en la época seca

En el análisis a mesoescala logramos incorporar cuantitativamente el componente espacial, relacionado con el arreglo de elementos del hábitat a través de áreas geográficas, al análisis de hábitat de las poblaciones de chigüiro. Cada cuadrante evaluado proporciona a los chigüiros un hábitat con diferente oferta

de recursos, evidenciado en la diferencia del arreglo espacial de las coberturas y el área de cada una de ellas (Tablas 4, 5, 6 y 7; Figura 2). Estas diferencias en la oferta de recursos se ven reflejadas en el porcentaje de área con calidad alta, media y baja en cada uno de los cuadrantes estudiados (Tabla 8; Figura 3).

Tabla 4. Porcentaje del área de cada cobertura en Las Taparas. SN = Sabanas naturales (P + D + S). Pajonal denso (P), Pajonal disperso (D), Sabana limpia (S), Esteros (E), Arbustal disperso (A), Arbustal denso o ecotono (T) y Bosque (B). Época de lluvias de 2004 y 2005. Hato Las Taparas, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	SN	P	D	S	E	A	T	B
Área año 2004 (ha)	2869.5	1354.4	442.3	1072.7	172.6	202.2	264.9	90.8
% del área total	79.7	37.6	12.3	29.8	4.8	5.6	7.4	2.5
Área año 2005 (ha)	2782.1	1231.1	410.6	1140.3	290.8	290.6	95.9	136.6
% del área total	77.4	34.2	11.4	31.7	8.1	8.1	2.7	3.8
Cambio neto (%)	-3.0	-9.1	-7.2	6.3	68.5	43.7	-63.8	50.4

Tabla 5. Porcentaje del área de cada cobertura en Miramar. SN = Sabanas naturales (P + D + S). Pajonal denso (P), Pajonal disperso (D), Sabana limpia (S), Esteros (E), Arbustal disperso (A), Arbustal denso o ecotono (T) y Bosque (B). Época de lluvias de 2004 y 2005. Hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	SN	P	D	S	E	A	T	B
Área año 2004 (ha)	2719.7	1362.3	124.5	1233.0	379.4	42.9	101.1	356.8
% del area total	75.5	37.8	3.5	34.2	10.5	1.2	2.8	9.9
Área año 2005 (ha)	2730.8	733.3	748.1	1249.4	331.5	42.9	63.8	404.7
% del area total	76.4	20.5	20.9	35.0	9.3	1.2	1.8	11.3
Cambio neto (%)	0.4	-46.2	501.0	1.3	-12.6	0.0	-37.0	13.4

Tabla 6. Porcentaje del área de cada cobertura en Las Taparas. SN = Sabanas naturales (P + D + S). Pajonal denso (P), Pajonal disperso (D), Sabana limpia (S), Esteros (E), Arbustal disperso (A) y Bosque (B). Época de lluvias (2005) y época seca (2006). Hato Las Taparas, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	SN	P	D	S	E	Es	A	B
Área año 2005 (ha)	3232.8	1454.8	660.0	1118.0	123.5	0.0	116.2	127.5
% del área total	89.8	40.4	18.3	31.1	3.4	0.0	3.2	3.5
Área año 2006 (ha)	2888.9	708.2	1355.0	825.7	4.0	404.1	165.0	138.0
% del área total	80.2	19.7	37.6	22.9	0.1	11.2	4.6	3.8
Cambio neto (%)	-10.6	-51.3	105.3	-26.1	-96.7	11.2	42.0	8.2

Tabla 7. Porcentaje del área de cada cobertura en Miramar. SN = Sabanas naturales (P + D + S). Pajonal denso (P), Pajonal disperso (D), Sabana limpia (S), Esteros (E), Arbustal disperso (A) y Bosque (B). Época de lluvias (2005) y época seca (2006). Hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Unidades de evaluación de hábitat (UEH)								
	SN	P	D	S	E	Es	A	B
Área año 2005 (ha)	3065.4	781.0	1889.3	395.1	248.0	0.0	9.5	277.1
% del area total	85.1	21.7	52.5	11.0	6.9	0.0	0.3	7.7
Área año 2006 (ha)	3156.8	736.8	1393.6	1026.4	25.2	131.1	88.1	198.8
% del area total	87.7	20.5	38.7	28.5	0.7	3.6	2.4	5.5
Cambio neto (%)	3.0	-5.7	-26.2	159.8	-89.8	3.6	823.7	-28.2

Tabla 8. Área (ha) de los cuadrantes con calidad alta, media, baja y hábitat adecuado disponible, con sus correspondientes porcentajes, época de lluvias 2004 y 2005, época seca 2006. Hatos Las Taparás y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Calidad		Época lluvias 2004		Época lluvias 2005		Época seca 2006	
		Miramar	Taparás	Miramar	Taparás	Miramar	Taparás
Alta	Área (ha)	704	736	1280	1296	176	352
	%	19.60	20.40	35.60	36.00	4.89	9.78
Media	Área (ha)	2384	2432	2000	2064	2672	3152
	%	66.20	67.60	55.60	57.30	74.22	87.56
Baja	Área (ha)	512	432	320	240	752	96
	%	14.20	12.00	8.90	6.70	20.89	2.67
Adecuada	Área (ha)	3088	3168	3280	3360	2848	3504
	%	85.80	88.00	91.10	93.30	79.11	97.33

A través del tiempo, el área de cada cobertura presentó cambios en cada uno de los cuadrantes evaluados. Así, en el cuadrante de Las Taparás el cambio del área neta de pajonal en un año (2004 a 2005) fue negativo (-9.1 %), lo que indica que posiblemente la quema de pajonales en este sitio fue mayor a su regeneración. En época de lluvias (2004, 2005), el pajonal disperso (D) disminuyó en Las Taparás (-7.2 %) y aumentó fuertemente en Miramar (501.0 %).

De la época de lluvias del 2004 a la época de lluvias del 2005, la sabana limpia (S) aumentó un 6.3 % en Las Taparás y un 1.3 % en Miramar. El aumento de esta cobertura está relacionado con las quemaduras, y su disminución con el crecimiento del pajonal (tanto disperso como denso). El mantenimiento de esta cobertura depende principalmente del control que se hace de las coberturas más eficientes en crecimiento: Pajonales y arbustales. En época seca (2006), los cua-

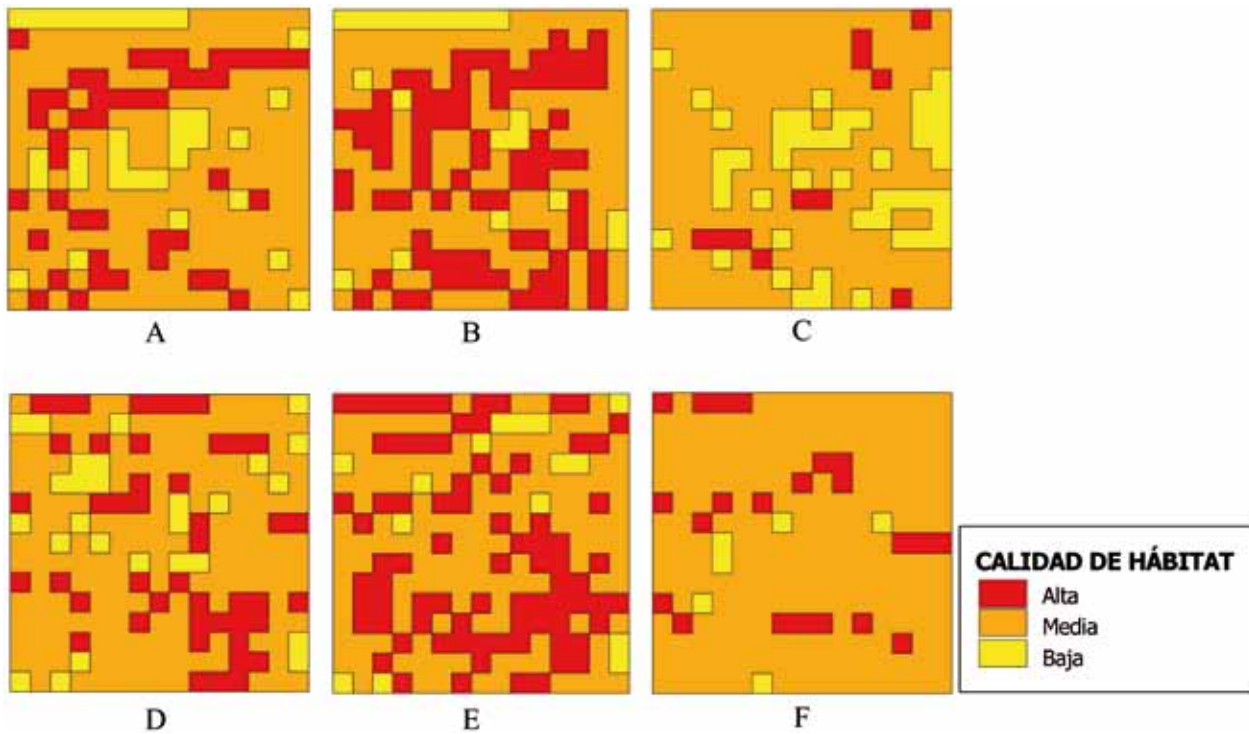


Figura 3. Zonificación de la calidad de hábitat disponible para el chigüiro en cada cuadrante establecido a partir de la evaluación de hábitat a mesoescala. A. Miramar 2004 (época de lluvias). B. Miramar 2005 (época de lluvias). C. Miramar 2006 (época seca). D. Las Taparas 2004 (época de lluvias). E. Las Taparas 2005 (época de lluvias). F. Las Taparas 2006 (época seca). Hatos Las Taparas y Miramar, municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, 2004-2006.

drantes de Miramar y Las Taparas mantuvieron su comportamiento opuesto, mientras que en el primero, el área de sabana aumentó; en el segundo, esta cobertura disminuyó. Las observaciones son consecuentes con la dinámica descrita para los pajonales densos y dispersos.

Por su parte, los esteros (E, Es) aumentaron en un 68.5 % del área en Las Taparas y disminuyeron un 12.6 % en Miramar, entre las dos épocas de lluvias. El aumento y disminución de esta cobertura está relacionado con el avance del pajonal sobre los esteros y con el nivel de inundación. Sin embargo, muchos de los esteros visitados durante el año 2004 pudieron ser confundidos en las imágenes de satélite con sabanas limpias, debido a que cuando los esteros están se-

cos son similares a las sabanas limpias de bajíos, aunque la diferencia es el nivel de anegamiento que puede contener.

Durante el año 2005 se detectaron otros esteros que no habían sido delimitados en el año 2004, razón por la cual aumentó el porcentaje de esteros. Durante la época de lluvias solo se delimitó la unidad de estero inundando (E); sin embargo, en época seca, debido a las condiciones climáticas, aparecen en la dinámica de la sabana los esteros secos (Es). En los dos cuadrantes evaluados se observa la disminución casi total de los esteros (Tabla 6 y 7), y un subsiguiente aumento de los esteros secos. Este tipo de cobertura adquiere gran importancia durante la sequía porque es una de las principales fuentes de alimento de los chigüiros.

Por otro lado, el arbustal disperso (A) aumentó tanto en época de lluvias como en época seca en los dos cuadrantes evaluados (Tablas 4, 5, 6 y 7). El aumento de esta cobertura está relacionado con el avance de los arbustales en las sabanas; y su disminución está dada por su tala o quema y el aumento de los arbustales densos.

Los arbustales densos (T) disminuyeron un 63.8 % en Las Taparas (Tabla 4) y un 37.0 % en Miramar (Tabla 5). Su aumento está relacionado con el avance del ecotono o matorral (chaparrales) sobre las otras coberturas, creciendo 22.5 ha en Las Taparas y 11.3 ha en Miramar, demostrando que su avance es lento. Su disminución fue de 191.5 ha en Las Taparas y 48.7 ha en Miramar, debido a la tala de la cobertura y a un pequeño crecimiento del bosque. La disminución de esta cobertura fue significativa, debido a que el cambio neto fue muy grande en comparación al tamaño de la cobertura en el segundo año. En época seca este cambio no pudo ser registrado debido a las dificultades metodológicas que se presentaron en la interpretación de la imagen de satélite. Finalmente, el Bosque (B) aumentó de for-

ma similar en los dos cuadrantes evaluados, aunque fue mayor en Las Taparas porque su área es menor.

En la evaluación de hábitat a mesoescala, encontramos que en época de lluvias la calidad de hábitat alta disponible fue mayor que en época seca. Sin embargo, el área de hábitat adecuado es similar en las dos épocas (Tabla 8). En el cuadrante de Las Taparas la calidad alta aumentó del 2004 al 2005 en un 76.1 %, y aunque la calidad media disminuyó, el hábitat adecuado aumentó en un 6.1 %. En el cuadrante del Hato Miramar la calidad alta aumentó en un 81.8 % en relación al año anterior, y aunque la calidad media disminuyó, el hábitat adecuado aumentó en un 6.2 %.

Encontramos que el área de hábitat adecuado disponible para las poblaciones de chigüiros en la época de lluvias del año 2004 fue del 85.80 % en Miramar y del 88 % en Las Tapara; mientras que en la época de lluvias del 2005 fue del 91.10 % y 93.30 % en Miramar y Las Taparas, respectivamente. Durante la época seca del 2006 el hábitat adecuado disponible para los chigüiros fue del 79.11 % en Miramar y del 97.3 % en Las Taparas (Tabla 8)

Discusión

En Colombia hasta el momento la evaluación del hábitat de los chigüiros se había enfocado principalmente en la caracterización florística y estructural de los ecosistemas asociados a las poblaciones silvestres. Ejemplo de ello son los trabajos realizados por Oikos (2003), IAvH (2003) y Viera-Muñoz (2007). En el caso de Oikos (2003), evaluaron el hábitat del chigüiro en los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal y Orocué (Casanare) a partir de la caracterización de las unidades fisiográ-

ficas y la composición florística y estructural de las unidades de vegetación. Por su parte, IAvH (2003) y Viera-Muñoz (2007) realizaron la caracterización florística y estructural de los ecosistemas identificados como hábitat del chigüiro (bosques riparios, sabanas, ecotonos, matas de monte y esteros) en los municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo (Casanare). En estos casos la evaluación del hábitat se enfocó únicamente a identificar las especies vegetales características de cada

ecosistema y a determinar las diferencias en la composición y estructura en cada uno de ellos, para establecer cuáles recursos le brindan a los chigüiros.

En nuestro caso aplicamos un modelo para evaluar el hábitat disponible para el chigüiro, caracterizando la calidad del hábitat de acuerdo a los arreglos de las coberturas vegetales y a la oferta de los recursos disponibles para sus poblaciones. El modelo relaciona ciertas variables del hábitat no sólo con la presencia del chigüiro, sino también con su abundancia local. A partir de este modelo identificamos los lugares que ofrecen mejor calidad de recursos para los individuos.

El modelo de evaluación de hábitat que empleamos, permite medir cambios en el hábitat, referentes a la cantidad y calidad del área ofrecida a la población de chigüiros. Además, nos da elementos para definir el efecto de estos cambios sobre la distribución local de la población.

Basados en la fisionomía general de las comunidades vegetales, logramos identificar siete tipos de cobertura vegetal o UEH, las cuales responden a condiciones específicas de nutrientes en el suelo, agua y actividad humana (Chaves & Arango 1997). A nanoescala buscamos caracterizar los tipos de cobertura e indagar sobre su significado para la fauna. La tipificación del hábitat se fundamenta principalmente en los recursos que ofrece la vegetación a la fauna, que en este caso son básicamente el alimento y la cobertura. El alimento es esencial para la sobrevivencia del individuo, ya que brinda la energía necesaria para la realización de sus actividades diarias. La cobertura por su

parte, juega un papel importante en las estrategias de termorregulación y protección contra la depredación.

Observamos que las coberturas vegetales o UEH y la calidad del hábitat presentaron cambios o variaciones a través del tiempo de estudio, por distintas circunstancias. Por ejemplo, la relativamente alta variabilidad en los esteros (E y Es) presentada en el estudio se debe a una característica de este tipo de cobertura, la cual está influenciada por la fluctuación del nivel de anegamiento, debido en parte a la intensidad de las lluvias. Las fluctuaciones de la precipitación, junto con otros factores propios de los suelos, generan una variación en el área del espejo de agua que tiene un efecto directo sobre la cobertura de escape y sobre la oferta de alimento. Cuando los esteros se secan (disminución del espejo de agua), la disponibilidad de refugio disminuye y la del forraje varía de acuerdo a una dinámica temporal. Cuando el estero inicia su proceso de sequía, la disponibilidad de alimento en el área descubierta es nula; pero después de algunos días se recupera la cubierta vegetal. Este efecto lo pudimos observar claramente en las evaluaciones de la época seca en la que encontramos unos valores del IR para la variable forraje de 8.51 ± 0.83 en Las Taparas y de 4.96^2 en Miramar. Las diferencias se explican porque la evaluación de Las Taparas fue realizada después de un evento de lluvias.

La variación dentro de las sabanas limpias (S) presentada en nuestro estudio en época de lluvias se debe principalmente a la disponibilidad de forrajes, la cual cambia dependiendo de la especie dominante. Cuando la especie dominante es la guara-

2 No se pudo calcular la desviación estándar porque sólo hay un punto de evaluación para esta cobertura

tara (*Axonopus purpusii*) o la lambedora (*Leersia hexandra*), la disponibilidad de forrajes es generalmente alta, pero cuando hay mayor diversidad de especies y poca dominancia, la disponibilidad de alimento tiende a disminuir. En época seca, la variación se debe al efecto combinado del comportamiento de las variables; los recursos cobertura de escape y refugio caen al mínimo ($IR = 2$), la riqueza de especies es muy baja y la disponibilidad de forraje esta fuertemente influenciada por los episodios de lluvia.

Un factor importante dentro de las prácticas de manejo de la sabana es la construcción de estructuras reguladoras de la disponibilidad de agua, tales como pozos y tapas, las cuales contribuyen a mantener zonas con oferta de agua y a mantener la humedad del suelo durante toda la época seca. Este tipo de estructuras son de gran importancia para el establecimiento de las poblaciones de chigüiros, ya que ayudan a disminuir el estrés fisiológico causado por las condiciones climáticas. Cuando este tipo de obras se construyen bajo conocimientos técnicos, aumentan sustancialmente la capacidad de carga de la sabana, mediante el mejoramiento de su régimen hidrológico, que a su vez favorece el establecimiento de especies hidrófilas de mayor productividad, que se comportan como factores conservadores de elementos nutricionales del sistema. Sin embargo, la construcción de este tipo de infraestructuras requiere una inversión cuyo monto por hectárea es mayor que el de tierras con mayor capacidad de carga (Seguera & López-Hernández 1999). Es importante mencionar que la construcción de este tipo de obras causa cambios en la estructura vegetal debido a la variación en la disponibilidad de agua, cambiando al igual el valor forrajero del área de influencia de

la obra, aumentándolo en las áreas más húmedas, pero no inundadas (Bissio & Batta 1984). En adición, el uso de maquinaria pesada en el suelo y su remoción provocan graves daños en el mismo (Chaves & Arango 1998), por lo cual este tipo de estructuras deben estar bien planeadas, para evitar mayores daños ecológicos y recompensar los daños causados con una alta eficiencia en la regulación hidrológica de la zona.

La variación en las dos épocas climáticas encontrada en el arbustal disperso (A) en nuestro estudio, se debe a la alta variación de cobertura climática, que depende de la cantidad de árboles o arbustos que se encuentren en la zona evaluada. Adicionalmente, si el arbustal está en sabana limpia o en pajonal, la cobertura de escape y el forraje cambian notoriamente.

A nivel general, es importante anotar que la variación del HSI entre las dos épocas está influenciada por las quemadas periódicas a las que se somete la sabana para evitar el avance del área de bosque y para controlar los pajonales densos. Estas quemadas modifican significativamente la oferta de recursos en todas las coberturas vegetales, y es un factor que aunque en primera instancia pareciera ser perjudicial para el hábitat, implementado como una práctica de manejo adecuado favorece la dinámica de rebrote de pastos en la sabana (Rippstein *et al.* 2001).

Cada tipo de cobertura ofrece un recurso en particular. Es decir, el bosque puede ofrecer cobertura climática, pero no alimento, mientras que una sabana limpia puede ofrecer alimento, pero no refugio. El arbustal denso o ecotono (T) y el pajonal (P) en nuestro estudio tienen las mayores calificaciones debido a que estas dos coberturas ofrecen todos los recursos de forma moderada. En contraste, los esteros secos

(Es) tienen la menor calificación, debido a que no ofrecen ningún tipo de refugio y la disponibilidad de alimento es baja.

El análisis del cambio de las coberturas permite observar el nivel de pérdidas del pajonal arbustal y el pajonal denso debido a factores antrópicos, como la quema y la tala, o a procesos naturales como el cambio de pajonal disperso a pajonal denso por crecimiento en altura y densidad del rabo de vaca (*Andropogon bicornis*). El cambio de las coberturas podría generar cambios en la composición del paisaje y afectar la distribución de las manadas de chigüiros, además podrían generar cambios en el área de acción de las manadas.

En la zona se observa una predominancia de las sabanas naturales, las cuales están conformadas por pajonales densos, pajonales dispersos y sabanas limpias. Esta predominancia tiene su explicación en la baja fertilidad de los suelos, que favorece el establecimiento de vegetación propia de este tipo de paisajes. Además, las condiciones ambientales generales (clima, hidrología, tipo de suelos y recurrencia de quemadas) de los ecosistemas de sabana son marginales para el establecimiento de bosques (Chaves & Arango 1998). Estas características edafológicas, implican que las áreas actuales de sabana natural son estados tempranos del proceso sucesional o son una consecuencia directa de las condiciones de la baja fertilidad y capacidad de retención de agua de los suelos que no permiten el establecimiento de formaciones boscosas. Sumado a esto, las quemadas recurrentes de origen natural y/o antrópico dificultan la regeneración de bosques previamente existentes (Chaves & Arango 1998).

La dinámica de cambio del área de cobertura de las sabanas naturales se debe a los procesos de remoción (quemadas y talas) de

bosques y arbustales o al proceso de sucesión en áreas previamente perturbadas, cuya rapidez depende de las condiciones edáficas y climáticas del área, y a la proximidad a los bosques (Torrijos *et al.* 2001). La disminución en el área de sabanas naturales indica que el proceso de regeneración de los arbustales en un año fue más rápido que las talas (o quemadas) realizadas, tal como se observa en el cuadrante de Miramar durante los años 2005 y 2006. Torrijos *et al.* (2001) indican que en los estadios sucesionales más tempranos de la sabana, la velocidad de cambios fisionómicos y de estructura es mayor, desarrollándose una cobertura subarbustiva en menos de dos años (en el año uno hay una cobertura herbácea desarrollada, y en el año cuatro ya hay una cobertura subarbustiva bien desarrollada). No obstante, en la zona de estudio, al igual que en otros sectores de la sabana inundable, se evidencia con observaciones de campo, el desarrollo del componente subarbustivo (matorrales) en menos de un año.

Así mismo, la disminución de sabanas naturales puede generarse por la implantación de pastos tecnificados, los cuales pueden traer tanto daño como beneficio. Desde el punto de vista productivo, los pastos tecnificados generan mayor productividad del ganado, por lo cual su siembra es muy apetecida en la zona. En el área de estudio no observamos siembra de pastos, debido a que, según los usuarios, las poblaciones de chigüiros no permiten que el este tipo de forraje prospere. Sin embargo, los pastos tecnificados como *Brachiaria decumbens*, *B. radicans* y *B. humidicola* son resistentes a las condiciones edafo-climáticas de la llanura inundable, y en los hatos donde coexisten este tipo de forraje los chigüiros han presentado buenos rendimientos (Seguera & López-Hernández 1999). No obs-

tante, el mayor inconveniente de esta práctica es la pérdida de la biodiversidad de los pastos de sabana, generada por la dominancia de estos pastos tecnificados.

Otro de los factores importantes en la dinámica de las comunidades vegetales en las sabanas, además de los cambios climáticos estacionales, son las quemas. Las quemas naturales se originan en las formaciones herbáceas consumiendo la mayor parte de la biomasa aérea, y pueden afectar a las formaciones boscosas. Sin embargo, el ecosistema de sabana presenta adaptaciones fisiológicas a este factor, como la protección de meristemos en hierbas, las características de las cortezas de muchos árboles, y los cinturones de vegetación pirófila (adaptada al fuego) que predominan en los ecotonos o interfases bosque-sabana (Chaves & Arango 1998).

El tema de la quema es polémico, y se han encontrado efectos tanto negativos como positivos de su uso en la sabana. La quema de sabanas naturales es ampliamente utilizada con el fin de eliminar o disminuir especies indeseables, y promover el rebrote de forrajes de alta palatabilidad y buena calidad nutricional (Cardoso *et al.* 2003). Esta actividad se ha realizado en la región durante más de 50 años, a partir de la incorporación de una ganadería extensiva al ecosistema sin producir gran impacto sobre el mismo. Los beneficios de las quemas pueden resumirse en:

1. Provocan el rápido rebrote de los pastos de mayor valor forrajero, generando pasturas con mayor contenido de proteína bruta y menor contenido de lignina que aumenta su digestibilidad. Favorece las plantas de hábito estolonífero y desfavorece las de hábito cespitoso (Cardoso *et al.* 2003)

2. Mejoran la composición botánica de las pasturas, la calidad del forraje y controlan las plantas invasoras (Cardoso *et al.* 2003).

3. La frecuencia de las quemas para mantener rebrotes para el ganado es mayor que la natural, lo cual resulta en que la acumulación de biomasa herbácea seca rara vez llegue a su máximo, evitando así incendios de grandes proporciones que podrían afectar en mayor grado los parches de bosques aledaños (Chaves & Arango 1998).

A pesar de estos beneficios, el fuego se considera desfavorable porque:

1. Disminuye la diversidad florística, ya que favorece únicamente a las especies resistentes al fuego (Torrijos *et al.* 2001)

2. Disminuye la fertilidad del suelo en cuanto afecta la edafofauna, y las cenizas generadas no se incorporan de un todo al suelo, debido a la lixiviación y al viento (Cardoso *et al.* 2003)

3. Dependiendo de la intensidad y duración del fuego, puede causar graves pérdidas de diversidad faunística (Chaves & Arango 1998).

4. Un mal manejo de las quemas puede causar disminución de la productividad y la degradación de la vegetación. Un ejemplo de mal manejo es un descanso muy corto de las parcelas después de la quema y antes del pastoreo; o períodos entre quema y quema muy cortos (Rippstein *et al.* 2001).

5. La degradación puede conducir a la pérdida de la biodiversidad o a la aparición

de suelo descubierto (despojado de vegetación) en la superficie del terreno (Rippstein *et al.* 2001)

6. Los suelos de las sabanas arboladas sin quema son mucho más ricos en fósforo y cationes intercambiables, lo cual los hace más fértiles (Torrijos *et al.* 2001).

Una forma de obtener los beneficios de la quema sin producir algunos de los daños mencionados anteriormente, es realizando corte o remoción de las pasturas en vez de quemarlas, ya que no existen diferencias significativas entre la quema y la remoción de la vegetación (Torrijos *et al.* 2001). Las diferencias únicamente se relacionan con el aspecto fenológico de las especies de ciclo de vida corto, las cuales florecen después de la quema y permanecen en estado vegetativo después de la remoción.

Es importante conocer que la intensidad y duración de la quemas es determinada por su frecuencia, la condición climática, y cantidad de materia disponible (Cardoso *et al.* 2003). La época en la que se realiza la quema afecta la frecuencia relativa de las especies de gramíneas naturales. La quema anual en abril favorece la dominancia de las gramíneas *Gymnopogon foliosus* y *Trachypogon vestitus*. La quema anual en agosto causa la explosión de *A. purpusii* (guaratará), la desaparición de *G. foliosus*, la disminución de *T. vestitus* y la aparición de *A. selloanus*. La quema anual en diciembre causa la dominancia de *T. vestitus*, seguido de *A. leucostachyus* y *Otachyrium versicolor* y el aumento de *A. bicornis* (Rippstein *et al.* 2001).

En Las Taparás, los resultados del análisis de cambio de coberturas indican que la quema de pajonales en este sitio fue mayor

a su regeneración. Después de la quema, un pajonal alcanza su máximo desarrollo en menos de un año (Cardoso *et al.* 2003, Torrijos *et al.* 2001). Con la rápida regeneración del pajonal, si no se realizaran las quemas, en muy poco tiempo esta cobertura ocuparía gran parte del área de la unidad de manejo, lo cual no es conveniente porque disminuiría fuertemente la oferta de alimento tanto para los chigüiros como para el ganado, teniendo en cuenta que esta cobertura tiene dominancia de una especie de bajo valor forrajero (*A. bicornis*), la cual se lignifica en muy corto tiempo (Rippstein *et al.* 2001). Por otra parte, el cambio en la cobertura pajonal, presenciado en los cuadrantes de Miramar y Las Taparás en los años 2005 a 2006, se debe además de factores como el fuego, a cambios en las condiciones climáticas, las cuales inducen una disminución en el porte de los pajonales y una reducción en su área de ocupación.

El pajonal disperso (D) es la fase intermedia entre las sabanas limpias y los pajonales densos. El aumento de esta cobertura representa el cambio de sabana limpia a pajonal disperso, mientras que su disminución implica el crecimiento del pajonal, es decir, el paso a pajonal denso. El valor de aumento de esta cobertura presentado en Miramar demuestra el nivel de recuperación de los pajonales. Del pajonal quemado (22.74 % del área total) un 19.13 % (del área total) se regeneró en pajonal disperso, en el mismo número de celdas, mostrando un aumento significativo. Este efecto se observa muy bien en los años 2005 a 2006. En el cuadrante de Las Taparás, el pajonal disperso mostró una recuperación del 105 %, lo que indica que gran parte de las áreas de pajonal quemado se recuperaron y se favorecieron procesos de sucesión que mejoran la calidad del hábitat en cuanto a oferta

de alimento se refiere. En Miramar por el contrario se presentó una disminución de esta cobertura, la cual sumada a la disminución de pajonal denso, puede señalar que la sabana natural ha sido sometida a una mayor frecuencia de quemas.

El aumento registrado en el arbustal disperso (A) en ambos cuadrantes puede deberse al desarrollo de los elementos subarborescentes en la sabana, los cuales se pueden presentar en menos de dos años (Torrijos *et al.* 2001). El arbustal denso o ecotono (T) corresponde al área de transición entre la sabana y el bosque, caracterizada por la presencia de cambios estructurales y florísticos (Puyravaud *et al.* 1994). La disminución del arbustal denso o ecotono está relacionada con el aumento del bosque y con la tala, mientras su aumento está relacionado con el avance del ecotono sobre las otras coberturas.

La dinámica natural de la transición bosque-sabana esta dada por el progreso o la regresión del bosque, momento en el cual la cantidad de especies vegetales aumenta y hay una mayor oferta de recursos del hábitat tales como refugio y alimento. En esta medida, la importancia del ecotono dentro del hábitat de una especie está dada por la facilidad del acceso a diferentes recursos, y está determinada por la yuxtaposición de diferentes tipos de hábitat (Clark & Gilbert 1982).

Por un lado, el aumento del bosque (B) registrado en nuestro estudio está relacionado con el crecimiento de los elementos leñosos de los ecotonos o arbustales densos; mientras que la disminución del bosque registrada en Miramar en los años 2005 a 2006 puede estar relacionada con la tala para madera o con el fin de abrir caminos. Adicio-

nalmente, el aumento en cobertura aérea de los elementos leñosos de los matorrales o cinturones de vegetación pirófila provoca la eliminación de los elementos herbáceos (por la falta de luz), generando que la comunidad, aunque no posea elementos leñosos de gran porte, sea clasificada en las imágenes de satélite dentro de bosque.

La cantidad de bosque presente en ambos cuadrantes es adecuada para el mantenimiento de poblaciones de chigüiros. Lo importante es mantener una franja suficiente de bosques alrededor de las cañadas más anchas (González-Jiménez 1995, Oikos 2003), con el fin de dar sombra al curso de agua y de esta forma evitar una rápida disminución del cauce al entrar la época seca. Aunque el chigüiro prefiere lugares con sombra de árboles y arbustos para descansar, no es muy exigente en este recurso, y se puede conformar con el resguardo que le pueden dar las cañadas en medio de una sabana limpia, tal como lo observamos en campo y lo registró Ojasti (1973).

La existencia de procesos naturales y antrópicos como la estacionalidad y las quemas, afectan el cambio de coberturas y generan cambios tanto en la calidad del hábitat como en la distribución de los recursos para las especies nativas y domésticas. El hábitat se comporta de una manera diferente en cada época. Sin embargo, el modelo de evaluación de hábitat que usamos respondió a estos cambios permitiendo determinar diferencias en la calidad de hábitat debidas a cambios en los arreglos de las coberturas y en la oferta de recursos. Así, las celdas con mayor calidad de hábitat son las que presentan mayor disponibilidad de agua combinada con la presencia de más de dos tipos de cobertura que en combinación o por si solas ofrecen una mayor dis-

ponibilidad de recursos, como el alimento y el refugio. Las celdas con calidad baja son las que presentan un solo tipo de cobertura en toda la celda y/o ausencia de agua.

El hábitat adecuado disponible para el chigüiro que determinamos en época de lluvias de los años 2004 y 2005 y en época seca del 2006, es más alto que el 35.7 % reportado por Ojasti (1973) en Venezuela, y que el 55 % y el 55.9 % reportado por Oikos (2003) a nivel regional (Orinoquía) y en Paz de Ariporo, respectivamente. Estos autores determinaron el “hábitat potencial disponible” a partir de la medida del área alrededor de cañadas, contando una franja de 500 (Ojasti 1973) y 300 m (Oikos 2003). El cálculo del área potencial disponible incluyó únicamente la hidrografía del área (drenaje), sin tener en cuenta los esteros; debido a que los estudios se realizaron en época seca. Aunque el método desarrollado por nosotros incorpora la cercanía de las cañadas, también incluye como variable el área de los esteros, los cuales se encuentran en su mayor expresión en época de lluvias.

El arreglo de las coberturas y la disponibilidad de recursos, especialmente del recurso agua en la época de lluvias, genera dispersión de los individuos alrededor de las fuentes de agua estacionales, como esteros y zanjas. Sin embargo, aunque el modelo muestra que existe una buena extensión de hábitat disponible en época seca, la ausencia de cuerpos de agua y en especial de esteros modifica el patrón de distribución de los individuos, encontrándolos congregados alrededor de los remanentes de agua. La disponibilidad del recurso agua es uno de los factores más importantes en la calidad de hábitat, puesto que aumenta la capacidad de carga del ambiente.

El cambio en la calidad del hábitat disponible para las poblaciones de chigüiros, generado por las condiciones de la época climática, es uno de los factores a tener en cuenta para el manejo y aprovechamiento sostenible de la especie. La disminución en la calidad del hábitat por escasez de los recursos más importantes para la especie genera una disminución de la capacidad de carga, lo cual trae como consecuencia una presión fisiológica sobre la población y la subsiguiente muerte de una gran cantidad de individuos. De acuerdo con estas observaciones, el aprovechamiento de individuos debe hacerse a principio de la época seca, cuando las condiciones climáticas no son muy drásticas y se puede extraer individuos en buen estado de salud. Además, esta práctica favorece a la población no aprovechada para que haya una menor presión por el acceso a los recursos y puedan sobrevivir más fácilmente a la sequía.

Las calidades de hábitat que obtuvimos en este estudio son similares a las obtenidas por Neiff (1988), por ello utilizamos algunas de las variables empleadas por este autor en la evaluación del macrosistema de Iberá en Corrientes (Argentina), lugar donde se encuentran poblaciones de chigüiros. Las variables que compartimos con el anterior autor fueron: El grado de homogeneidad o de mosaicidad del ambiente, la disponibilidad de agua, alimento y refugio y la presión antrópica (intensidad y modalidad). Aunque Neiff (1988) trabajó a mesoescala (1:33 000), apoyando la descripción de los hábitat con la geomorfología, hidrología y fitogeografía de la región, su aproximación se realizó a nivel regional, realizando una zonificación que dio como resultado la diferenciación de cuatro zonas con distinta calidad de hábitat y potencialidad para el manejo del chigüiro. A diferencia de lo

realizado por Neiff (1988), el modelo de hábitat que empleamos en nuestro estudio genera una zonificación a nivel local del hábitat del chigüiro, con el fin de realizar un manejo del hábitat de una forma más puntual (por Unidad de Manejo).

Al igual que en la región del Iberá, evaluada por Neiff (1988), las sabanas inundables del Casanare tienen gran potencialidad y altas calidades de hábitat para el chigüiro. Esto es debido a la variedad de coberturas, área de anegamiento, bajo nivel de alteración antrópica, y a un nivel de fluctuación temporal de los cuerpos de agua compatible con las posibilidades de ajuste poblacional de los chigüiros con miras a su aprovechamiento sostenible. En adición, consideramos que las adecuaciones de hábitat para mantener la disponibilidad de los cuerpos de agua, es una buena alternativa para aumentar la capacidad de carga de los hábitats evaluados.

Por otro lado, se han realizado varias aproximaciones para evaluar el hábitat de los chigüiros en otros países. Por ejemplo, Quintana (1999) realizó una evaluación del hábitat del chigüiro a nivel regional en Argentina, dividiendo el área de estudio en tres ambientes: Forestación del bajo delta, campo natural sometido a ganadería extensiva (bajo delta) y campo sometido a ganadería y agricultura (tierras altas). Ulloa & Chacón-Moreno (2005) desarrollaron un modelo de hábitat para las sabanas inundables de Venezuela basándose en los mismos requerimientos de hábitat conocidos para la especie. Los resultados que obtuvieron estos últimos autores son muy semejantes a los que obtuvimos en este trabajo: Las variables más importantes del hábitat que determinan su uso son la sabana semiestacional (esteros, inundados y no inundados),

los cuerpos de agua, los ríos, la sabana estacional (bancos) y los caminos. Así mismo, encontraron que la presencia de bosque de galería, bancos de arena y sabana hiperestacional (bajos) resultan indispensables para la presencia del animal.

El modelo que desarrollaron Ulloa & Chacón-Moreno (2005) busca relacionar la presencia de chigüiros con la cercanía de las variables mencionadas anteriormente, escogidas con base en el conocimiento previo de la especie. A partir de observaciones en campo, estos autores desarrollaron un modelo que sintetizó los requerimientos de hábitat, el cual fue espacializado para la obtención de un mapa de hábitat adecuado para el chigüiro. Este modelo se ajustó a la presencia real del animal en tan solo un 68 %, demostrando que aunque el chigüiro no se distribuye homogéneamente en las sabanas inundables (Ojasti 1973, Herrera & Macdonald 1989, Clavijo 1993), relacionar su presencia a ciertas condiciones del hábitat depende en gran medida de la presión de caza y otros factores antrópicos.

El modelo que empleamos para evaluar el hábitat disponible para el chigüiro, relaciona ciertas variables del hábitat no sólo con la presencia de esta especie, sino también con su abundancia local. Esto se incluye cuando zonificamos a partir de la evaluación de celdas del tamaño del área de acción del chigüiro en la zona (tamaño promedio), determinando una evaluación que se centra en la distribución espacial de los requerimientos de la especie. Así, si las manadas de chigüiros no se alejan más allá de 300 m de las fuentes de agua (Oikos 2003), esto se incorpora en el modelo cuando se divide el terreno en celdas de 400 m x 400 m (16 ha), tratando de involucrar el criterio de distribución espacial o proximidad a los

recursos en la evaluación del hábitat. Según Herrera & Macdonald (1989) aunque las sabanas inundables son el hábitat que sustenta las poblaciones más numerosas de chigüiros, en éstas existen bastas extensiones de bajíos carentes de fuentes de agua en donde no se observan chigüiros, y lugares con agua y áreas de pastoreo donde se concentra un número abundante de individuos de la especie.

El cambio en las coberturas o UEH observado en nuestro estudio, necesariamente genera un cambio en la calidad del hábitat del chigüiro en la zona. Tanto en Las Taparás como en Miramar el manejo realizado al hábitat (disminución de pajonales y consecuente aumento de forraje) generó el aumento de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro y por tanto, el aumento del hábitat adecuado disponible. La influencia de las condiciones climáticas se puede observar en el área de calidad alta,

la cual disminuyó notoriamente del año 2005 a 2006. Se puede observar que aunque existe un buen porcentaje de tierra adecuada para el establecimiento de las poblaciones, existen otros factores como el arreglo espacial de las coberturas y el alimento que favorecen el establecimiento de poblaciones de chigüiros.

Debido a que el chigüiro utiliza todas las coberturas para diferentes actividades, la dominancia de una sola de éstas en el cuadrante puede disminuir la calidad de la misma. Por otro lado, si se mantiene la cobertura de pajonales alrededor del porcentaje obtenido (20 al 40 % del cuadrante) se podrá generar un aumento en la calidad del hábitat que podría llevar posiblemente a un aumento en las poblaciones de chigüiros. Finalmente podemos decir que la evaluación de la calidad del hábitat es un factor importante en los programas de manejo de una especie.

Recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos, se puede deducir que la acumulación progresiva de más puntos al análisis a nanoescala va incluyendo mayor información de la variación natural de las sabanas inundables, por lo cual es importante ir aumentando la muestra a través de toda la región.

Se puede presentar un error en el registro de las coberturas con elementos leñosos (bosque y arbustales), debido a que es un poco más difícil ubicar el borde exacto de éstas en campo. Por eso recomendamos registrar únicamente los cambios notorios de las coberturas, y hacerlo sobre el mapa an-

terior, para evitar errores en los trazos que pueden generar pequeños cambios en las coberturas, ya que dada su pequeña área, pueden volverse significativos.

Recomendamos capacitar a los usuarios del recurso acerca del buen manejo de quemas, con el fin de causar el menor impacto sobre los ecosistemas y optimizar la productividad de las sabanas naturales, trayendo beneficios tanto al ganado como a los chigüiros.

Es necesario evaluar el hábitat disponible en otras localidades de la sabana inundable para determinar el desempeño de modelo.

Agradecimientos

Este trabajo hizo parte de los estudios realizados por la Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio No. 72 “Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Fase III” (2004); los estudios realizados por Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA dentro del Convenio Interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la “investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005); y los estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio 106 “Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana” (2006).

Agradecemos especialmente a los habitantes de la zona de estudio y a los propietarios de los hatos donde efectuamos los muestreos por permitirnos la realización de este estudio y por su colaboración durante la fase de campo. A la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo técnico y a todo el equipo de trabajo del proyecto chigüiro en sus diferentes fases, por los aportes realizados.

Literatura Citada

- Bissio, J. C. & W. B. Batista 1984. Modificaciones en un Pajonal de los Bajos Submeridionales Causadas por la Retención de Agua de Escurrimiento Ocasionada por una Ruta. INTA, EEA Reconquista. Publicación Técnica. No. 1.
- Camargo, A. A. 2005. Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el Hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Pp.109-130, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio No. 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Villavicencio.
- Cardoso, E. L., S. M. Araujo-Crispim & W. Barioni Jr. 2003. Efeitos da queima na produção e valor nutritivo da matéria seca em área de *Andropogon bicornis*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 50. Corumbá-EMBRAPA Pantanal.
- Clark, T. P. & F. F. Gilbert. 1982. Ecotones as a measure of deer habitat quality in central Ontario. *Journal of Applied Ecology* 19:751-758.
- Clavijo, J. J. 1993. Aspectos de la biología y el manejo de los chigüiros en Colombia. Pp. 21-65, en *Manejo de fauna silvestre acuática y actualización en zootecnia. Memorias*. Bogotá.
- Chaves, M. E. & N. Arango. (eds). 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997. Colombia. Tomo I. Diversidad biológica. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, MMA. Bogotá.
- Escobar, A. & E. González-Jiménez. 1976. Estudio de la competencia alimenticia de los herbívoros mayores del llano inundable con referencia especial al chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Agronomía Tropical* 26:215-227.
- Forero, J. 1999. Dieta alimentaria del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Caño Limón, Arauca, Colombia Tesis Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Guzmán-Lenis, A. R. 2006. Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro. Cartilla 1. Pp. 1-164, en Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. *Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de Capacitación*. Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. Bogotá.
- Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. 2014. Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta me-

- todológica. Pp. 59, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Gysel, L. W. & L. J. Lyon. 1980. Análisis y evaluación de hábitat. Pp. 321-344, en Rodríguez T. R. (ed.). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. Wildlife Society, Maryland.
- Herrera, E. A. & D. W. Macdonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2003. Principales parámetros meteorológicos (promedios históricos 1961-1990), Yopal. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/sectores/aero/climat/index4.htm> (último acceso 2006).
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2003. Evaluación del estado actual de las poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y los hábitats asociados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en el departamento de Casanare. Informe Final convenio 07. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase I. Bogotá, Colombia.
- Mauro, R. A. & A. Pott. 1996. Dieta de capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) basada en análisis microhistológico de las heces. *Vida Silvestre Neotropical* 5(2):151-153.
- Neiff, J. J. 1988. Calidad de hábitat en el macrosistema Iberá (Corrientes, Argentina) con referencia al carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Argentina.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Puyravaud, J. P., J. P. Pascal & C. Dufour. 1994. Eco-tone structure as an indicador of changing forest-savanna boundaries (Linganamakki Region, Southern India). *Journal of Biogeography* 21(6):581-593.
- Quintana, R. D. 1999. Relación entre la estructura del paisaje en un humedal y la fauna silvestre: El carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) como caso de estudio. Pp. 178-197, en Malvárez A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.ege.fcen.uba.ar/gieh/PDF_MIOS/carpi_mab.pdf (último acceso noviembre 2006).
- Quintana, R. D., S. Monge & A. I. Malvárez. 1994. Feeding habits of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in afforestation areas of the lower delta of the Paraná River, Argentina. *Mammalia* 58(4):569-580.
- Rippstein, G. Allard, J., Corbin, G. Escobar & R. Serna. 2001. Productividad de pasturas nativas y diferentes modelos de manejo en los Llanos Orientales. Pp. 186-197, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.
- Seguera, D. & D. López-Hernández. 1999. Alternativas de manejo en una ganadería extensiva ubicada en una sabana antigua inundable, Alto Apure, Venezuela. *Ecotrópicos* 12(1):15-24.
- Steel, R. G. D. & J. H. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición. McGraw-Hill. México.
- Torrijos, O. P., J. O. Rangel & G. Rippstein. 2001. Quema y sucesión secundaria de la vegetación en el Centro de Investigación Agropecuaria Carimagua. Pp. 64-80, en Rippstein, G., G. Escobar & F. Motta (eds.). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali.
- Ulloa, A. R. & E. Chacón-Moreno. 2005. Distribución del hábitat del chigüire en sabanas inundables

del Hato El Frío, Venezuela. Congreso Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. 21 al 25 febrero de 2005. Heredia, Costa Rica.

Vieira-Muñoz, M. I. 2007. Identificación y caracterización de los ecosistemas asociados a las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y su relación con el comportamiento

en el Casanare, Colombia. Pp. 105-128, en Aldana-Domínguez J., M. I. Vieira-Muñoz & D. Ángel-Escobar (eds.). *Estudios sobre la ecología del chigüiro (Hydrochoerus hydrochaeris), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.-Colombia.



SECCIÓN III.
ASPECTOS
POBLACIONALES,
GENÉTICOS,
FISIOLÓGICOS
Y ZOOSANITARIOS

Estructura y productividad de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia

Patricia Bejarano M., Miguel Rodríguez & Nelson Vélez Á.

Grupo de Estudios Ecológicos Oikos

Resumen

Realizamos la caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiros en localidades en los municipios de Hato Corozal, Orocué y Paz de Ariporo (Casanare). Evaluamos los parámetros importantes tales como abundancia, densidad, estructura demográfica y biomasa, para conocer el estado de las poblaciones silvestres de chigüiros. Encontramos que en el hato La Aurora del municipio de Hato Corozal la población total estimada fue de 12 150 individuos, la densidad media fue de 1.06 ind/ha y la biomasa fue 37.42 Kg/ha. La población total estimada en los hatos evaluados en el municipio de Paz de Ariporo fue de 19 778 individuos, la densidad fue de 1.18 ind/ha y la biomasa de 41.92 Kg/ha. Mientras la población total de chigüiros estimada en los hatos evaluados en Orocué fue de 20 507 individuos, la densidad fue 1.38 ind/ha y la biomasa de 35.39 Kg/ha. En todos los hatos evaluados la proporción de adultos superó en más del 50 % a la proporción de críos y juveniles en la población. Las poblaciones se distribuyeron de forma diferente en los sitios evaluados, dependiendo de las características particulares de cada uno. Destacamos la importancia de incluir un factor de corrección visual (FCV) para estimar el tamaño de las poblaciones.

Palabras claves: Chigüiro, densidad, tamaño poblacional, biomasa.

Abstract

We made the characterization of wild populations of capybaras in localities in the Hato Corozal, Paz de Ariporo, and Orocué (Casanare) Municipalities. We evaluated important parameters such as abundance, density, population structure and biomass, to know the status of wild populations of capybaras. We found that in La Aurora ranch (Hato Corozal Municipality), the estimated total population of capybaras was of 12 150 individuals, the average density was 1.06 ind/ha and the biomass was 37.42 Kg/ha. The estimated total population in the ranches evaluated in Paz de Ariporo Municipality was 19 778 individuals, the density was 1.18 ind/ha and the biomass of 41.92 Kg/ha. While the estimated total population of capybaras in ranches in Orocué Municipality was 20

507 individuals, the density was 1.38 ind/ha and the biomass of 35.39 Kg/ha. In all ranches evaluated the proportion of adults was more than 50 % the proportion of offspring and infancy in the population. The populations were distributed differently on these sites, depending on the particular characteristics of each. We emphasize the importance of including a vision correction factor (FCV) to estimate the population size.

Key words: *Capybara, density, population size, biomass.*

Introducción

Casanare es un departamento que históricamente no ha presentado aumentos de población humana tan significativos como los que se han evidenciado en otras regiones del país, en donde los ecosistemas han sufrido transformaciones bastante importantes, que más que desarrollo han generado conflictos ambientales. Es tal vez por esta razón entre muchos otros factores, que en la actualidad este departamento todavía presenta recursos naturales importantes susceptibles de aprovechamiento. Las sabanas de este departamento cuentan con una oferta ambiental significativa a pesar del fuerte impacto que ha generado la transformación de las selvas del piedemonte sobre los recursos hídricos de la región (Correa *et al.* 2005).

La oferta de fauna puede ser importante no solo para la caza de subsistencia sino para el desarrollo regional, lo cual se puede lograr a través de la implementación adecuada de programas de desarrollo sostenible. Lo anterior, se logra mediante la armonización de las necesidades del desarrollo económico y social con un manejo adecuado de los ecosistemas y recursos (Márquez 2001).

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es uno de los recursos faunísticos de importancia no solo para el Casanare, sino para

toda la región de la Orinoquía. Sin embargo, su explotación masiva e irracional, así como su tráfico ilegal hacia Venezuela, han reducido sus poblaciones silvestres, principalmente en el departamento de Arauca y en menor medida en el Casanare.

En los últimos años, las autoridades gubernamentales como la Gobernación de Casanare, a través de la Secretaría de Agricultura, conscientes de la importancia del aprovechamiento legal de la especie, han promovido la investigación e implementación de programas dentro de la cadena productiva del chigüiro. Las investigaciones se han centrado en caracterizar las poblaciones de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare.

La caracterización o evaluación de las poblaciones es necesaria para determinar qué hay, cuánto hay y cómo se distribuye (Mora 2003). Conocer el estado actual de la población, así como su dinámica y estructura, son importantes para el establecimiento de programas de manejo (Bolen & Robinson 1995, Ferraz *et al.* 2001). De ésta forma es posible establecer si una población podría ser aprovechada comercialmente, como en el caso de los chigüiros, sin afectarla considerablemente.

Estudios sobre la caracterización de las poblaciones de chigüiros han sido realizados en sitios con diferentes características en su hábitat. Ejemplo de esto son los estudios realizados en las sabanas y hábitats boscosos de Venezuela (Ojasti 1973, MacDonald 1981, Cordero & Ojasti 1981, Herrera & MacDonald 1987, Herrera 1992; en Argentina (Rabinovich & Quintana 1988 y Quintana & Rabinovich 1993); en el Pantanal de Matto Grosso en Brasil (Schaller & Crawshaw 1981, Alho *et al.* 1989, Ferraz *et al.* 2001, Ferraz & Verdade 2001), en la Amazonia brasileña (Moreira & MacDonald 1993) y en los bosques lluviosos de la Amazonía peruana (Soini 1993); y en las sabanas de la

Orinoquía en Colombia (Hernández *et al.* 1983, Jorgenson 1986, Aldana *et al.* 2002, IAVH 2003 y 2004, Oikos 2003, UNILLANOS & MAVDT 2005, UNAL-CORPORINOQUIA 2006).

El objetivo de nuestro trabajo fue caracterizar las poblaciones de chigüiro (*H. hydrochaeris*) en las sabanas anegables de los municipios de Hato Corozal, Paz de Ariporo y Orocué (Casanare). Para ello, buscamos determinar parámetros de tamaño, densidad, estructura y biomasa que permitan diagnosticar las actuales características de las poblaciones de chigüiro presentes en el área estudiada.

Métodos

Realizamos este estudio en aproximadamente 122 317 ha del departamento de Casanare, distribuidas en los municipios de Hato Corozal (20 000 ha), Paz de Ariporo (35 867 ha) y Orocué (66 450 ha), donde se presentan tres escenarios diferentes de aprovechamiento de las poblaciones de chigüiros (Figura 1). En Hato Corozal trabajamos en el hatillo La Aurora, establecido como zocriadero desde 1987 bajo la modalidad de manejo semi-extensivo, consistente en el aprovechamiento de un porcentaje de individuos de la población silvestre determinado por la autoridad ambiental la región, en este caso CORPORINOQUIA, previo censo de la población.

En Paz de Ariporo evaluamos nueve hatos pertenecientes a la Asociación de Criadores de Chigüiro de Paz de Ariporo ASOCHIPA, la mayoría en jurisdicción de la vereda Caño Chiquito. En estos hatos las poblaciones silvestres de chigüiros fueron sometidas

en las últimas dos décadas a un aprovechamiento intensivo e ilegal.

En el municipio de Orocué evaluamos las poblaciones de chigüiros presentes en un sector de los hatos San Pablo, Santana y San Felipe, donde no se hace aprovechamiento comercial de las poblaciones de chigüiros. Aún cuando el comercio ilegal afectó todo el departamento, las poblaciones de chigüiros de estos hatos fueron poco afectadas, al menos no de una manera evidente en los últimos cinco años.

Selección del método de conteo

La distribución actual del agua, durante la época de sequía, corresponde a un patrón de drenaje y de acumulación de agua superficial, expresado en la distribución de los esteros y cañadas dentro de una localidad. Debido a esto, realizamos el censo de las poblaciones de chigüiros mediante la meto-

dología del conteo directo sobre muestras poblacionales en unidades de hábitat específico, lo cual concuerda con lo propuesto por Ojasti (1973). Este método, permite realizar conteos con precisión, que facilitan la determinación del tamaño poblacional, y además permite calcular el área de hábitat potencial disponible, indispensable para estimar los índices de densidad y biomasa.

De otra parte, el conteo por manadas no se consideró recomendable toda vez que: 1) Las manadas se encuentran aglutinadas en torno a los cuerpos de agua durante el período de sequía, haciendo difícil, al menos en un corto período de observación, su diferenciación y 2) El tamaño de las manadas cambia notoriamente de acuerdo con las características del hábitat (Herrera 1999).



Figura 1. Áreas evaluadas en los municipios de Hato Corozal, Paz de Ariporo y Orocué. Fuente: Oikos (2003).

Selección de los sitios de muestreo

La escogencia de los sitios de muestreo estuvo dirigida a visitar los sitios en donde, de acuerdo con el conocimiento del baquiano es más susceptible encontrar poblaciones importan-

tes de chigüiro. En cada uno de los municipios estudiados contamos con la colaboración de personas conocedoras de la zona y de los sectores donde las poblaciones de chigüiros son importantes o representativas para cada finca o hato evaluado.

En el hato La Aurora, en el municipio de Hato Corozal, realizamos censos poblacionales en 11 sitios diferentes (Tabla 1). En el municipio de Paz de Ariporo realizamos censos poblacionales en 46 sitios diferen-

tes de la vereda de Caño Chiquito (Tabla 2), mientras que en el municipio de Orocué realizamos censos poblacionales en 16 sitios diferentes en los hatos San Pablo, Santana y San Felipe (Tabla 3).

Tabla 1. Localidades censadas en el hato La Aurora en el municipio de Hato Corozal–Casanare. 2002-2003.

Fundación	Localidad
Los Visos	Sistema Los Visos
Agua Verde	Ésta superficie incluye: - Cañada Agua Verde - Estero - Tapa Cañada Agua Verde - Casa Agua Verde - Estero Cercano a Casa
Hato La Aurora	La Toma Esteros Grande y Limpio

Fundación	Localidad
Hato La Aurora	Campamento Sacrificio Paradero hato La Aurora Esteros Chiveche
El Mono	Río Chire
Canaima	Esteros Canaima Esteros Platanical
Las Brisas	Esteros Los Caracaros

Tabla 2. Localidades censadas en el municipio de Paz de Ariporo–Casanare. 2002-2003.

Hato/Finca	Localidad
California	Esteros El Corozo Esteros El Centro
La Esperanza	Cañada Los Guarataros Cañada El Chircal Cañada La Esperanza Esteros Redondo Esteros Esteros Los Chivos Esteros El Cubarro
La Victoria	Pozo de la Petrolera Cañada Los Bagres Esteros El Morichal Esteros El Potrero Cañada La Victoria Esteros Los Patos Esteros La Chamuscada

Hato/Finca	Localidad
La Victoria	Cañadas La Veremos, los Murrucos y los Guarracucos Pozo La Veremos La Topochera
La Estación	Bosque bajo reciente Sistema los corocitos Sistema los Guarataros-Caño Las Delicias Caño Las Delicias Cañada La Justera Pozo de Miraflores Esteros La Estación Cañada La Esperanza
El Cariño	Bosque de galería de la Laguna El Rincón Agua Verde Esteros la Línea

Tabla 2. Localidades censadas en el municipio de Paz de Ariporo–Casanare. 2002-2003. (Continuación)

Hato/Finca	Localidad	Hato/Finca	Localidad
Casa Brava	Cañada La Victoria	Sabanas Brayderas	Casa del hato Miramar
Liverpool	Caño El Venado	Acarigua	Casa de la finca
	Estero el Rincón	San José	Estero el Zuro
	Cañada El Piñal		Caño Palo de Agua
	Estero El Morichal	Marbella	Casa del hato
	Estero La Vaca		Estero cercano a la casa
Sabanas Brayderas	Cañada El Piñal		Estero Boraludo
	Pozo de Matanegra	Estero el Tigre	

Tabla 3. Localidades censadas en el municipio de Orocué–Casanare. 2002-2003.

Hato	Localidad	Hato	Localidad
San Pablo	Pozo de las Babas	Santana	Cañada Honda
	Cañada el Barretero		Cañada Barvillal
	El Espinero		Cañada Punta de Tujúa
Santana	Cañada Los Aceites		Cañada Morcotes
	Cañada Los Huevos		Cañada La Travesada
	Línea sísmica	San Felipe	Sobre el terraplén vía Algarrobos
	Matepalma		Cañadas Matetigre y Laureral
Mangón de abajo de la casa de Santana	Potreros el Bambú		

Los hatos evaluados en cada municipio están compuestos por finca o fundos, y se caracterizan por la presencia, en diferente proporción, de cuerpos de agua (esteros, aguas veraneras y caños), sabanas y un componente arbóreo y arbustivo conformado por matas de monte y bosques de galería, condiciones que son apropiados para los chigüiros. En el hato La Aurora (Hato Corozal) se encuentra abundante vegetación arbustiva y arbórea a lo largo de las cañadas. Además presenta la mayor densidad de drenajes (caños y esteros permanentes), en comparación con los otros sitios evaluados

(Oikos 2003). En la vereda Caño Chiquito (Paz de Ariporo), los hatos evaluados presentan sabanas abiertas, vegetación arbórea escasa y pocos esteros. Sin embargo, se encuentran algunas cañadas con pequeñas formaciones boscosas. En Orocué, los hatos San Pablo, Santana y San Felipe presentan densas y amplias masas de bosque que circundan cañadas que permanecen con agua durante todo el año. Las sabanas son poco disectadas por zanjas y se encuentran rodeadas por bosque. Los esteros son escasos pero importantes en dimensión.

Elaboración de la cartografía específica

La cartografía específica para cada uno de los hatos y fincas o fundos estudiados en los tres municipios fue elaborada a partir de puntos georreferenciados, información suministrada por los dueños y fotointerpretación acompañada de registros de video y fotografía. Georreferenciamos en total 366 puntos, de los cuales 76 fueron en el hato La Aurora en Hato Corozal, 177 en la vereda Caño Chiquito de Paz de Ariporo y 113 en el sector de los hatos San Pablo, Santana y San Felipe en Orocué.

Caracterización de las poblaciones silvestres

Tamaño poblacional. A fin de estimar a partir de los conteos directos los tamaños más probables de las poblaciones censadas, construimos factores de corrección de visualización (FCV), con base en coeficientes de variación (CV) calculados a partir de conteos replicados realizados en una misma área y durante diferentes horas del día. El factor de corrección de visualización (FCV) es un coeficiente que permite estimar el número de individuos totales en cada localidad. Calculamos un FCV para cada categoría de edad, de la siguiente forma:

$$FCV=1-CV$$

Estimamos el tamaño poblacional en el área total de los hatos evaluados a partir de los sitios censados y de acuerdo con el hábitat potencial disponible para el chigüiro en cada lugar. El hábitat potencial disponible, definido como el área que tiene las características ambientales necesarias para que se presenten poblaciones de chigüiros, fue determinado a partir de la distancia promedio de desplazamiento de los animales en busca de agua, comida y sombrero (600 m), del coeficiente de habitabilidad y de la red hidrográfica estimada por Oikos (2003). Es-

tos autores calcularon el coeficiente de habitabilidad integrando la información de presencia y ausencia de los individuos en sitios donde de acuerdo con el hábitat deberían estar. Esto quiere decir que el coeficiente de habitabilidad se determina a partir de la proporción de hábitat potencial realmente ocupado por la especie.

Distribución poblacional. De acuerdo con las áreas evaluadas, espacializamos los sitios que constituyen el hábitat real y potencial del chigüiro en los tres municipios estudiados. Con esta información visualizamos las áreas importantes de desplazamiento, cuya permanencia es relevante para el mantenimiento del tamaño y posiblemente la variabilidad genética de las poblaciones.

Densidad. La densidad la determinamos a partir del número de individuos censados y estimados por hectárea. El área utilizada para la determinación de este parámetro, corresponde al área potencialmente habitada por el chigüiro, calculada con base en la cartografía específica que realizamos para cada uno de los hatos o fincas estudiadas en los tres municipios. La densidad la calculamos para cada localidad específica dentro del hato (unidad de manejo discreta) y para cada hato, finca o fundo. Así mismo, calculamos una densidad media para la totalidad del hato o zona evaluada en los tres municipios.

Estructura demográfica. La determinación de la estructura de edades y demográfica de la población presente en cada cuerpo de agua censado, se basó en la clasificación que se hizo de cada animal al momento de realizar el conteo con base en el tamaño. Para tal efecto, establecimos tres categorías correspondientes a estados de maduración (Oikos 2003): Críos (62 cm longitud, 27 cm

alzada, 10 Kg), juveniles (76 cm de longitud, 33 cm alzada, 19 Kg) y adultos (106 cm longitud, 43 cm alzada, 46 Kg).

Biomasa. Establecimos el peso medio de los chigüiros con base en una muestra de 136 in-

dividuos (99 adultos, 21 juveniles y 16 críos) capturados en los tres municipios. A partir de este peso medio y con los estadísticos de dispersión, calculamos la biomasa que representan los chigüiros dentro de la superficie considerada por localidad y/o predio.

Resultados y Discusión

Parámetros cuantitativos

De acuerdo con los muestreos, en el hato La Aurora (Hato Corozal) los valores del FCV (factor de corrección visual) son de 0.59 para los adultos, 0.46 para los juveniles y 0.21 para los críos. A partir de estos datos y

de los resultados del conteo directo, realizamos la estimación del tamaño poblacional total, dividiendo los resultados del conteo directo para cada categoría de edad por el FCV encontrado. De acuerdo con esto, el tamaño de la población estimada en el hato La Aurora es de 12 150 individuos (Tabla 4).

Tabla 4. Tamaño poblacional y densidad de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el hato La Aurora, Municipio de Hato Corozal (Casanare). 2002-2003.

Población estimada muestreada				Hábitat total muestreado por finca (ha)	Área potencial habitada (ha)	Población estimada total				Densidad total (ind/ha)
Adulto FCV=0.59	Juvenil FCV=0.46	Cría FCV=0.20	Total			Adulto	Juvenil	Crío	Total	
1368	279	847	2494	2359.22	11 492.75	6665	1361	4124	12 150	1.06

La densidad media de chigüiros en el hato La Aurora fue de 1.06 ind/ha, aunque los valores obtenidos en las distintas unidades de muestreo (fincas o fundos) mostraron una distribución diferencial de la población de chigüiros en todo el hato (Tabla 4). Las zonas más densas estuvieron relacionadas directamente con las áreas de mayor superficie de agua permanente. En este hato las localidades más pobladas se ubicaron hacia el sector occidental, caracterizado por una superficie anegada importante, con esteros y cañadas veraneras que garantizan el mantenimiento

del hábitat durante todo el año. En este hato la biomasa relativa, como un indicador de la productividad, fue de 37.42 Kg/ha.

En los hatos evaluados en el municipio de Paz de Ariporo, hay una gran variabilidad en cuanto al tamaño, densidad y biomasa poblacional (Tabla 5 y 6). Debido a que éste municipio presenta menor superficie de cobertura vegetal arbórea, la visualización y conteo de los individuos fue mucho más precisa y por tal razón los FCV fueron mayores, siendo de 0.85 para adultos, 0.89 para juveniles y 0.78 para

críos. Aplicando estos factores de corrección visual a los conteos realizados, estimamos que el tamaño de la población de chigüiro para los nueve hatos estudiados en Paz de Ariporo es de 19 778 individuos (Tabla 5).

En cuanto a la densidad en Paz de Ariporo, los mayores valores se registraron en

los hatos que presentaron mayor superficie de hábitat potencial. Estos corresponden en su orden a La Victoria, Marbella, La Esperanza y Liverpool (Tabla 5). La densidad media registrada para el área estudiada en el municipio fue de 1.18 ind/ha. La biomasa relativa, como un indicador de la productividad, fue de 41.92 Kg/ha (Tabla 6).

Tabla 5. Tamaño poblacional y densidad de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) para los hatos y fincas evaluados en el municipio de Paz de Ariporo. Casanare. 2002-2003

Hato o finca	Población estimada muestreada				Hábitat total muestreado por finca (ha)	Área potencial habitada (ha)	Población estimada total				Densidad total (ind/ha)
	Adulto FCV=0.85	Juvenil FCV=0.89	Cría FCV=0.78	Total			Adulto	Juvenil	Cría	Total	
California	80	30	37	148	231.75	696.07	241	91	111	444	0.64
La Esperanza	709	179	81	969	846.24	1400.59	1174	296	133	1.603	1.14
La Victoria	2879	780	235	3894	1730.55	2637.09	4387	1189	358	5934	2.25
La Estación	350	99	105	554	1248.29	1923.36	539	152	161	853	0.44
El Cariño	64	27	5	96	330.68	443.72	86	36	7	129	0.29
Liverpool	401	33	61	495	505.45	2274.55	1.804	147	276	2226	0.98
Sabanas Brayderas	494	82	14	590	710.88	534.84	372	62	11	444	0.83
San José	34	8	0	42	257.39	325.08	43	10	0	53	0.16
Marbella	1039	251	50	1340	1069.98	6462.05	6276	1514	301	8092	1.25
TOTAL	6051	1488	588	8 127	7 383.21	16 697.36	14 923	3497	1359	19 778	1.18

Tabla 6. Biomasa absoluta y relativa de chigüiros para cada hato y finca evaluada en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. 2002-2003.

Hato o finca	Población estimada total	Área potencial habitada	Biomasa absoluta peso medio =35.39Kg.	Biomasa relativa
California	444	696.07	15 711.30	22.57
La Esperanza	1603	1400.59	56 736.30	40.51
La Victoria	5934	2637.09	210 013.16	79.64
La Estación	853	1923.36	30 191.30	15.70
El Cariño	129	443.72	4 555.83	10.27
Liverpool	2226	2274.55	78 790.87	34.64
Sabanas Brayderas	444	534.84	15 718.33	29.39
San José	53	325.08	1 884.26	5.80
Marbella	8092	6462.05	286 359.62	44.31
TOTAL	19 778	16 697.36	699 960.97	41.92

En los hatos evaluados en el municipio de Orocué, se presenta también variabilidad en cuanto al tamaño, densidad y biomasa poblacional (Tabla 7). Sin embargo, estas diferencias no son tan marcadas debido a

que se presenta una mayor uniformidad en la distribución de cuerpos de agua, y coberturas de sabana y bosque, que son utilizadas por la especie para alimentación, refugio y permanencia.

Tabla 7. Tamaño poblacional y densidad de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) para los hatos evaluados en el municipio de Orocué, Casanare. 2002-2003.

Hato o finca	Población estimada muestreada				Hábitat total muestreado por finca (ha)	Área potencial habitada (ha)	Población estimada total				Densidad total (ind/ha)
	Adulto FCV=0.35	Juvenil FCV=0.37	Cría FCV=0.14	Total			Adulto	Juvenil	Crío	Total	
San Pablo	455	77	76	609	646.49	2790.84	1965	334	329	2628	0.94
Santana	2685	491	949	4126	2745.26	10 918.47	10 680	1954	3776	16 410	1.50
San Felipe	953	176	665	1795	1380.33	1 128.93	780	144	544	1468	1.30
TOTAL	4094	745	1691	6 530	4772.08	14 838.25	13 425	2433	4649	20 507	1.38

La cobertura vegetal arbórea, a diferencia de lo que se presenta en Paz de Ariporo, es mucho más extensa y por lo tanto, la visualización y conteo de los individuos se hace más difícil y menos precisa. Es por esta razón, que los FCV calculados presentaron los valores más bajos con respecto a los otros dos municipios evaluados, siendo de 0.35 para adultos, 0.37 para juveniles y 0.14 para críos. Aplicando estos factores de corrección visual a los conteos realizados, estimamos que el tamaño de la población de chigüiro para los tres hatos estudiados en Orocué es de 20 507 individuos (Tabla 7).

Debido a que en Orocué las áreas de hábitat disponible están distribuidas más homogéneamente en el territorio estudiado, con respecto a Paz de Ariporo, la densidad de los hatos evaluados no fue tan contrastante, presentando valores cercanos a 1 ind/ha. En Orocué, aunque la densidad media es de 1.38 ind/ha, ésta fue mayor con respecto a Paz de Ariporo, la biomasa relativa, como un indicador de la productividad fue menor (35.39 Kg/ha, Tabla 8).

La información anterior la sintetizamos en la Tabla 9, en donde se puede visualizar que la mayor productividad, medida a través de la biomasa de chigüiro, la registramos en el municipio de Paz de Ariporo, en los hatos donde la explotación fue intensa. Sin embargo, debido al interés que existe en aprovechar económicamente este recurso, es importante considerar, además de la productividad y la densidad poblacional, la información relacionada con el estado zoonosológico de las poblaciones. Esto debido a que en Paz de Ariporo, aunque no se cuantificó el número de individuos que se encontraban enfermos al momento de realizar los conteos, observamos una mayor proporción de animales con presencia de abscesos, pústulas, alopecia y otros rasgos indicadores de enfermedad, tal como lo encontrado por IAvH (2003). En Orocué donde no hay aprovechamiento de las poblaciones y en el hato La Aurora donde existe un manejo semi-extensivo de la población, registramos menor productividad, aunque de manera cualitativa apreciamos poblaciones más saludables.

Tabla 8. Biomasa absoluta y relativa de chigüiros para cada hato y finca evaluada en el municipio de Orocué.

Hato o finca	Población estimada total	Área potencial habitada	Biomasa absoluta peso medio =35.39Kg	Biomasa relativa
San Pablo	2 628.41	27 90.84	98 768.00	35.39
Santana	16 410.38	10 918.47	386 404.81	35.39
San Felipe	14 67.96	11 28.93	39 952.96	35.39
TOTAL	20 506.75	14 838.25	525 125.77	35.39

Tabla 9. Resumen de los parámetros evaluados para la caracterización de poblaciones silvestres de chigüiros en los tres municipios evaluados

Localidad	Tamaño población		Densidad (ind/ha)	Estructura demográfica			Biomasa	
	Muestreado	Estimado		Adultos (%)	Juveniles (%)	Críos (%)	Absoluta (Peso medio 35.39Kg)	Relativa (Kg/ha)
Paz de Ariporo	8127	19 778	1.18	74.45	18.31	7.23	699 960	41.92
Hato Corozal	2494	12 150	1.06	54.85	11.2	33.94	430 059	37.42
Orocué	6530	20 507	1.38	65.47	11.86	22.67	5251 250	35.39

La densidad de los chigüiros varía por sectores debido a la distribución de hábitats óptimos. Así en los sitios con una buena combinación de agua más o menos permanente, forrajes adecuados y refugios naturales se presentan las más altas densidades. Se ha encontrado por ejemplo, que en hábitats favorables compartidos con el ganado vacuno en los Llanos de Apure en Venezuela, las poblaciones de chigüiros pueden alcanzar densidades desde 0.5 ind/ha hasta 2-3.5 ind/ha (Ojasti 1973); mientras que en hatos con otras características, la densidad no excede los 0.5 ind /ha (Ojasti 1973, Mones & Ojasti 1986).

Por otro lado, Cordero & Ojasti (1981) encontraron que la densidad poblacional en franjas de 10 a 300 m de ancho de bosques de galería y matas de monte (2.06 ind/ha) fue similar a la encontrada en las sabanas venezolanas donde se cosechan chigüiros (1.84 ind/ha). En el Pantanal Matogrossen-

se de Brasil, la densidad de las poblaciones estudiadas en un área cercada de 15 ha fue de 1.73 ind/ha (Mauro & Pott 1996). Mientras que poblaciones silvestres la densidad varió entre 0.01 y 0.69 ind/ha en los hábitats más utilizados, y fue de 0.007 ind /ha en toda el área (Alho *et al.* 1989). En las sabanas de la Orinoquía colombiana la densidad de las poblaciones de chigüiros ha sido de 0.31 ind/ha en el departamento de Arauca (Aldana *et al.* 2002) y ha variado desde 0.10 ind/ha (IAvH 2003) hasta 6.53 in/ha (UNILLANOS-MAVDT 2005) en hatos en el departamento de Casanare, dependiendo de la calidad del hábitat.

Estructura demográfica

En todos los hatos evaluados, se aprecia una proporción de adultos que supera en más del 50 % la proporción de juveniles y críos, excepto en los hatos La Aurora y San Feli-

pe (Figura 2). Resultados similares fueron encontrados por IAvH (2003), UNILLANOS-MAVDT (2005), UNAL-CORPORINOQUIA (2006) en hatos evaluados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato corozal en

Casanare; y concuerdan con lo encontrado por Ojasti (1973) en Venezuela, en donde las poblaciones de chigüiros están conformadas por un 70 % de adultos y un 30 % de críos y juveniles.

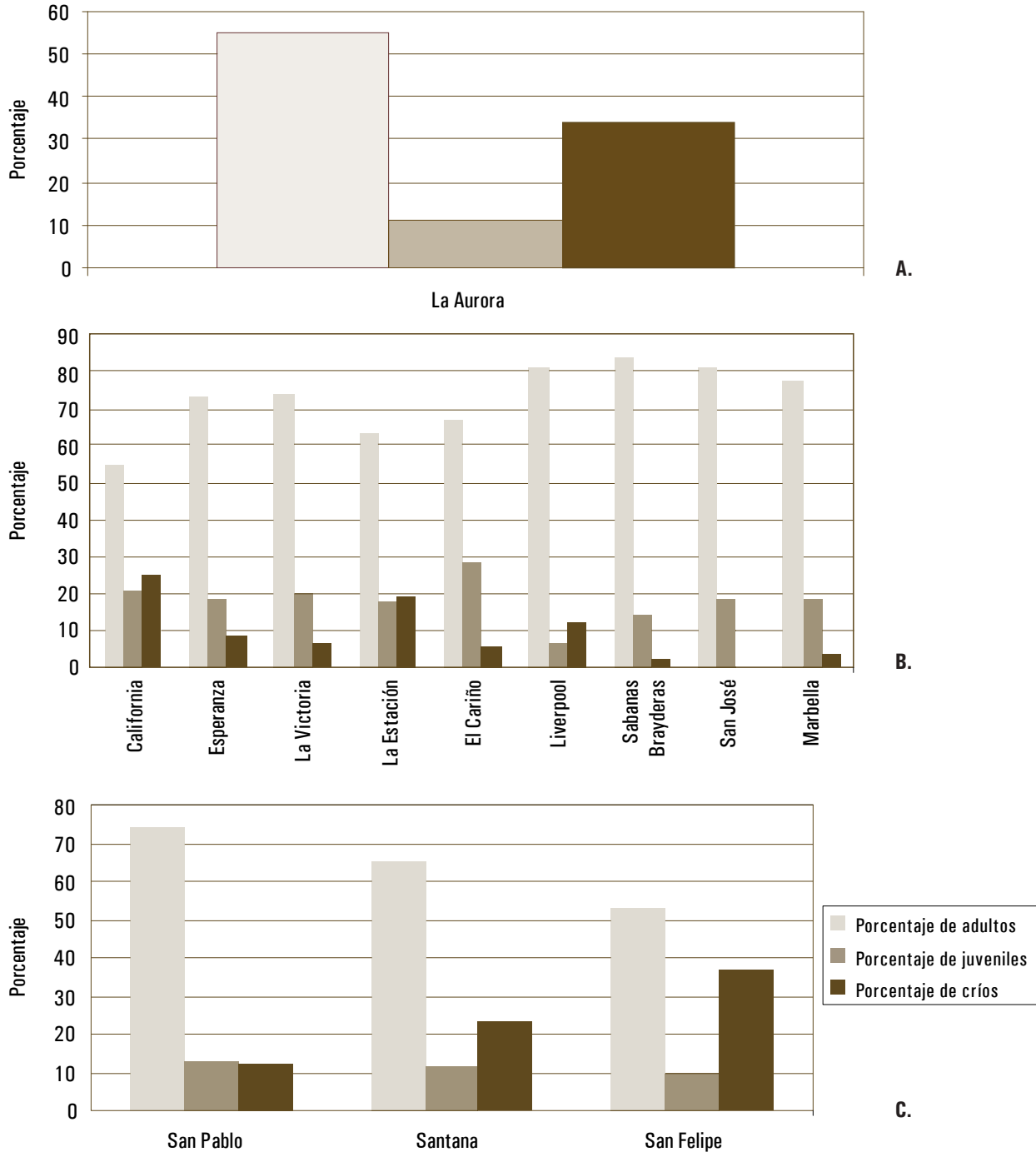


Figura 2. Estructura demográfica de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en: **A.** Hato La Aurora, municipio de Hato Corozal. **B.** Hatos evaluados en el municipio de Paz de Ariporo. **C.** Hatos evaluados en el municipio de Orocué. Departamento de Casanare.

Nuestros resultados en principio indicarían que las poblaciones evaluadas no están creciendo y que por el contrario se encuentran en declinación. Sin embargo, las tasas intrínsecas de crecimiento poblacional “*r*”, que se calcularon para los municipios de Paz de Ariporo y Orocué, en donde fue posible realizar dos censos en años consecutivos, indican que las poblaciones se encuentran creciendo (Bejarano *et al.* 2014) y por lo tanto son susceptibles de aprovechamiento.

La aparente contradicción entre los resultados de la estructura demográfica y los cálculos de la tasa intrínseca de la población “*r*”, se explican debido principalmente a las siguientes razones:

1. Solo se discriminaron los individuos en tres categorías de edad basadas en el tamaño de los animales. Es posible que dentro de la categoría “adulto” se encuentren clases de edad de estados juveniles.
2. Como lo muestran los valores de FCV, la estimación menos precisa, en todos los casos, corresponde a la categoría de las crías, lo que puede significar que la estimación del número de individuos pertenecientes a dicha categoría estén subvalorados.

Distribución poblacional

De acuerdo a la especialización de los sitios que constituyen el hábitat real y potencial del chigüiro, existen diferencias locales relacionadas con las características particulares de cada área estudiada, que muestran la preferencia de los animales por ciertos tipos de hábitats. Las localidades más pobladas de chigüiro en el Hato La Aurora (Hato Corozal), corresponden a los sectores localizadas

en el sector occidental del hato, caracterizado por una superficie anegable importante, con esteros y cañadas veraneras que garantizan la permanencia de estas poblaciones gracias al mantenimiento de los hábitats durante todo el año. Los fundos del costado oriental, en donde el número de esteros y el drenaje es menor, presentan las poblaciones más disminuidas (Figura 3).

En los hatos evaluados en el municipio de Paz de Ariporo, se aprecian variaciones importantes en cuanto a la distribución poblacional. Estas diferencias están relacionadas directamente con la oferta de agua durante todo el año. Las zonas más densas están asociadas a cañadas veraneras como la Cañada La Victoria y a los grandes esteros de gran magnitud como el Estero el Morichal en el Hato Liverpool (Figura 4).

Para los hatos San Pablo, Santana y San Felipe, en el municipio de Orocué, hacemos una primera aproximación en cuanto a la distribución poblacional local a nivel predial (Figuras 5 y 6). Esta información la obtuvimos a partir de las densidades encontradas en las localidades muestreadas. Como es natural, esta distribución se relaciona con las áreas potenciales habitables por el chigüiro en cada hato y con la distribución de los sectores utilizados para alimentación, refugio y permanencia.

La presencia de chigüiros varía de un sitio al otro. Sin embargo, siempre están asociados a cuerpos de agua, donde pasan varias horas al día. En las sabanas la distribución de las poblaciones es limitada por la presencia de agua (González-Jiménez 1985).

Es importante aclarar que la distribución local de las poblaciones se podrá determinar con mayor precisión en la medida en

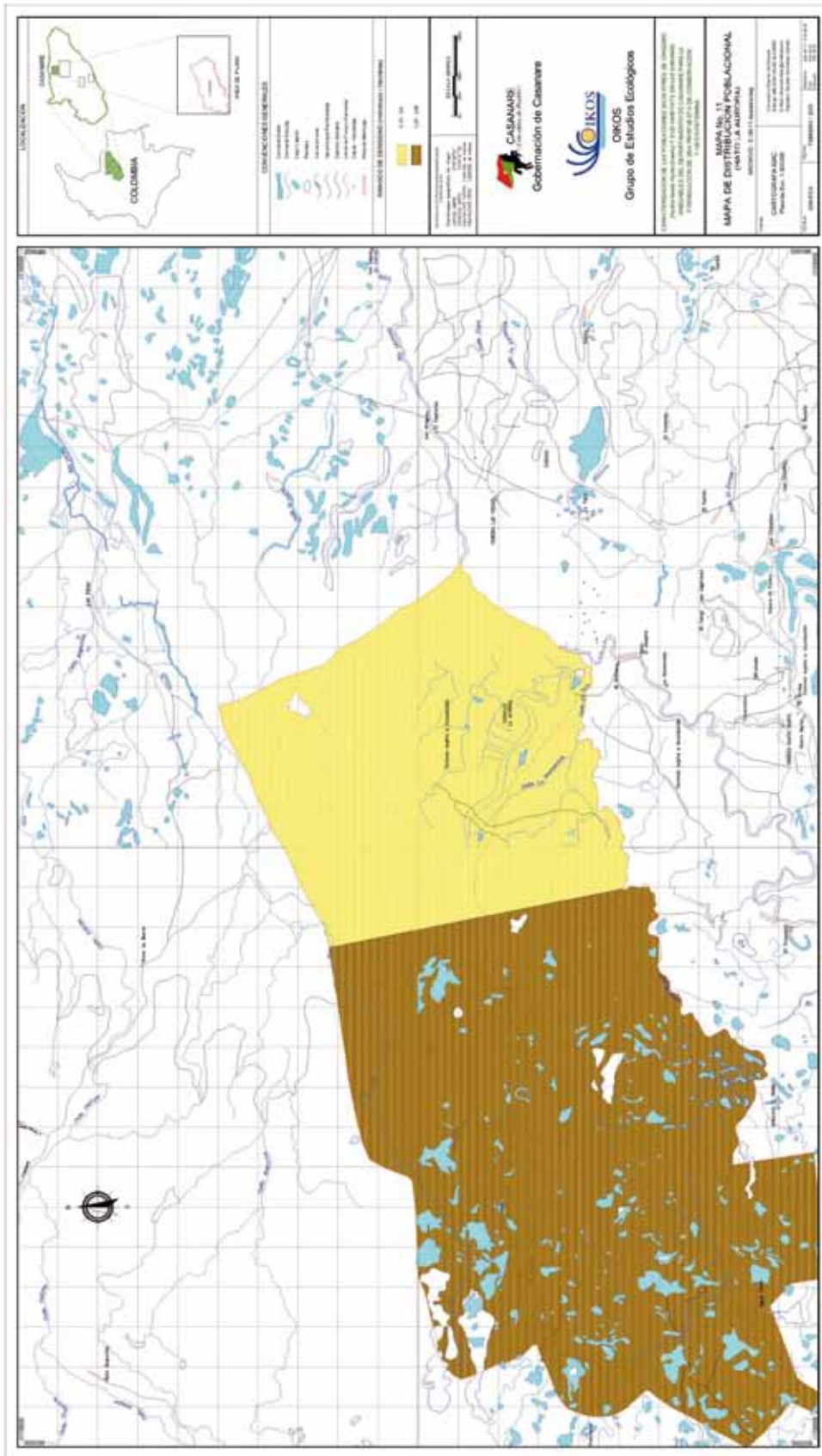


Figura 3. Distribución de las poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el hato La Aurora, municipio de Hato Corozal, Departamento Casanare.
Fuente: Oikos (2003).

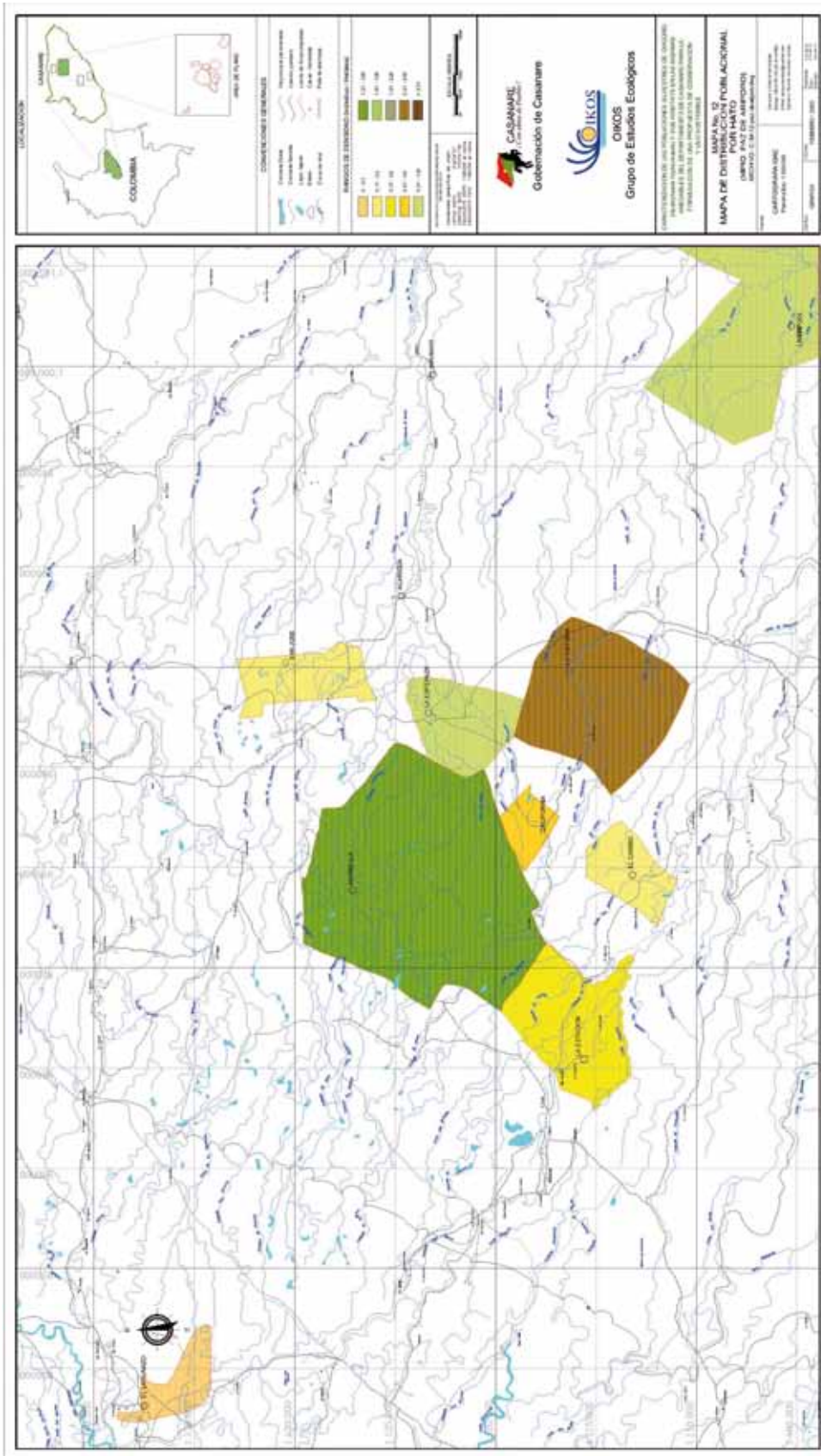


Figura 4. Distribución de las poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en los hatos evaluados en la vereda Caño Chiquito, en el municipio de Paz de Ariporo. Departamento de Casanare. Fuente: Oikos (2003).

que se realicen más censos y se inicie un programa de monitoreo sobre las áreas evaluadas. De acuerdo con la aproximación establecida en el presente estudio, se aprecia que una de las localidades más pobladas de chigüiros en el hato San Pablo es “El Pozo de las Babas” (Figura 5). En Santana se encuentran las cañadas Punta de Tulúa, Morcotes y Los Aceites y en San Felipe las Cañadas Matetigre y Laureral, así como los “potreros El Bambú” (Figura 6).

Aunque se presenta una aproximación a la distribución poblacional de la especie en las áreas evaluadas, en relación con las áreas potenciales habitables por el chigüiro en cada hato, es importante aclarar que la distribución local de las poblaciones se podrá determinar con mayor precisión en la medida en que se realicen más censos y se inicie un programa de monitoreo sobre las áreas evaluadas.

La utilización de factores de corrección visual (FCV) para estimar el tamaño y la densidad poblacional a partir de conteos directos, garantiza una mayor precisión en los resultados, ya que como su nombre lo in-

dica, este valor corrige los errores generados al momento del conteo causados por la facilidad o dificultad que implica contar los animales cuando se localizan en diferentes tipos de coberturas vegetales. Valores altos en el FCV (mayores a 0.7), indican mayor precisión en los conteos mientras que valores más bajos, generan mayores ajustes en la estimación debido a que los conteos fueron menos precisos.

Finalmente, podemos concluir que el estudio de la población de chigüiros en hatos de tres municipios del Casanare constituye la línea base que permite establecer objetivos de manejo, tanto si la intención es su conservación o si lo es la cosecha sostenida. Cuando se plantea que el estudio constituye la línea base, se quiere indicar que éste aporta la información cartográfica, ecológica y ambiental necesaria para orientar y organizar las acciones que se han de seguir en torno al aprovechamiento sostenible de la especie. Dentro de estas acciones se incluyen las de manejo y las de investigación, que deben desarrollarse de manera simultánea para lograr resultados reales de aprovechamiento sostenible.

Recomendaciones

Es necesario adelantar estudios para precisar la estructura demográfica de las poblaciones de chigüiro, con el fin de tener mayor precisión en la identificación de los parámetros poblacionales e involucrar esta información en las propuestas de manejo que se tengan para la especie.

Recomendamos establecer categorías de edad más precisas, basadas no solo en el tamaño y peso de los animales sino en otras

características que permitan discriminar mejor la estructura demográfica de las poblaciones.

Las observaciones sobre el estado sanitario de los chigüiros se deben validar a través de investigaciones que permitan identificar, y de ser posible zonificar, las áreas en donde se registran los mayores focos de contaminación por patógenos que afectan sus poblaciones.

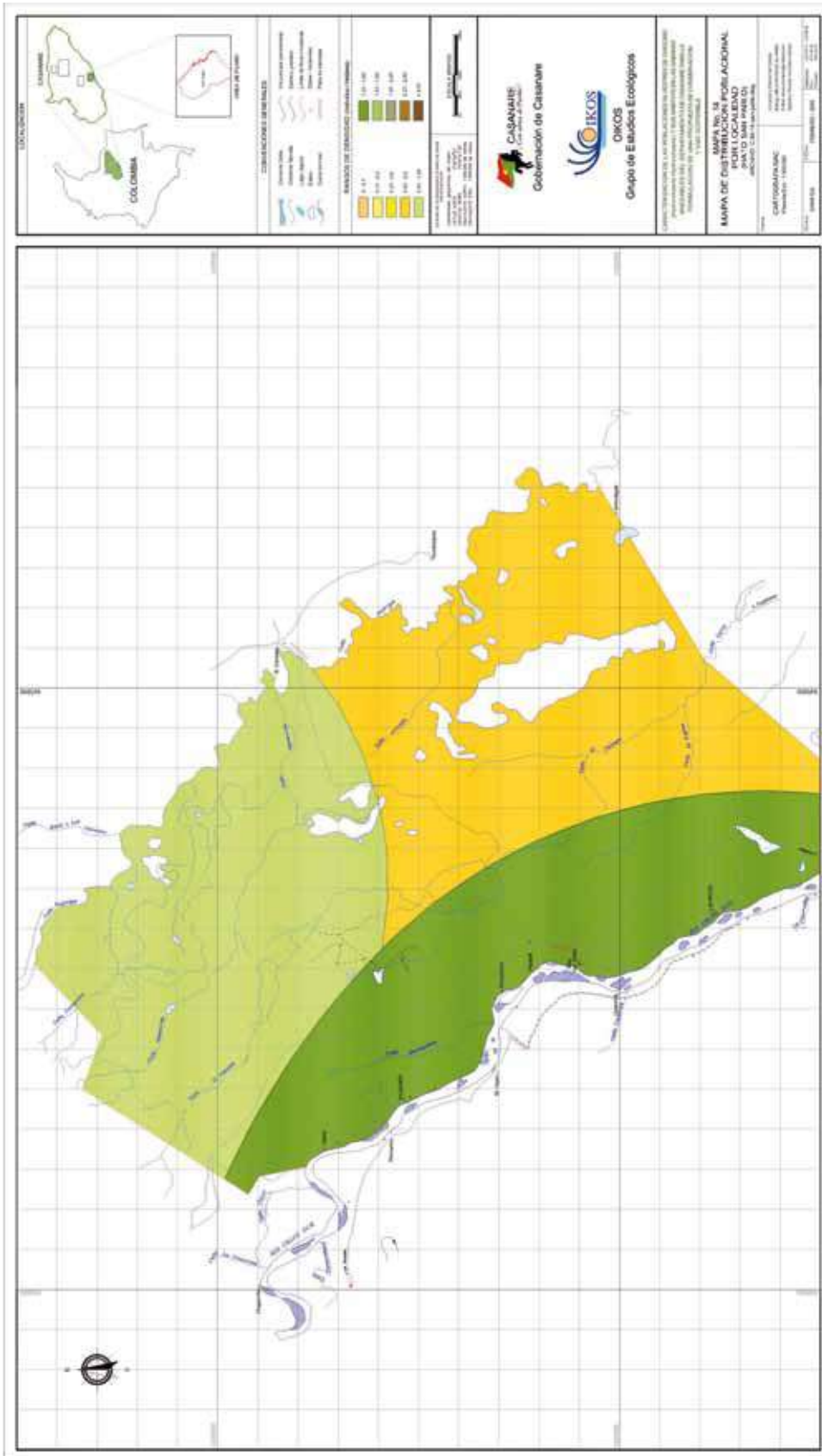


Figura 5. Distribución de las poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el hato San Pablo, municipio de Orocué, Departamento de Casanare. Fuente: Oikos (2003).

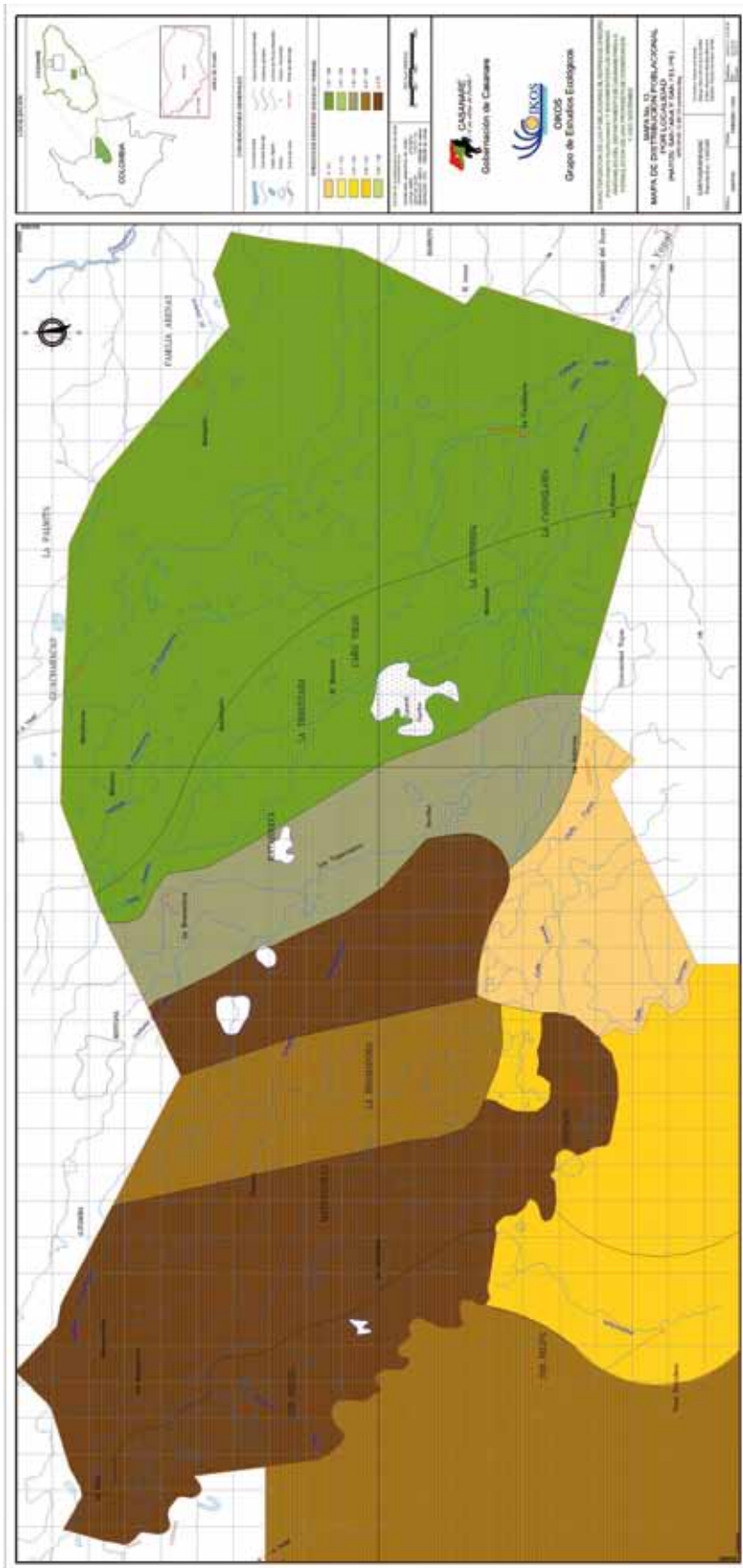


Figura 6. Distribución de las poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en los hatos Santana y San Felipe, municipio de Orocué, Departamento de Casanare. Fuente: Oikos (2003).

Agradecimientos

Este estudio hizo parte del proyecto “Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare para formular una propuesta de conservación y manejo sostenible”, realizado entre los años 2002 y 2003 por el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos en convenio con la Gobernación de Casanare.

Este estudio fue posible gracias a la colaboración de Lilian Fernanda Salcedo, Maritza Hernández y su personal de apoyo en la Secretaría de Desarrollo Económico de las Gobernación de Casanare. A Don Alejandro Barragán, sus hijos Julio y Ovidio y de manera muy especial a Nelson, quien nos brindó hospitalidad, apoyo y colaboración durante nuestra inolvidable estadía en el hato La Aurora del Municipio de Hato Corozal. A los propietarios y personal de apoyo de los hatos Santana, San Pablo y San Felipe de Orocué, y en particular y de manera muy especial a Fernando y Poncho Reyes quienes aparte de su apoyo nos brindaron su amistad. Al personal de apoyo y propietarios de los Hatos California, La Estación, El Cariño, Cañabrava, Liverpool, Acarigua, San José y Marbella en Paz de Ariporo y de manera particular a Don Alberto Pérez en el Hato La Victoria y a Don Humberto y sus hijos en el Hato La Estación.

Finalmente deseamos hacer un reconocimiento muy especial a Eduardo Martínez, Libia Parales y a sus hijos Puchis y Daniel, propietarios del Hato La Esperanza, y de “nuestra” casa y sede del proyecto en Paz de Ariporo, por su apoyo a lo largo de todo el proyecto. A Marco Julio Fernández, entonces presidente de ASOCHIPA y a Tibaldo Cáceres técnico de la misma asociación. Muchas gracias: Nancy, Patricia T, Manuel, Nohemí, Elizabeth, Eduardo.

Literatura Citada

- Aldana-Domínguez, J., J. Forero, J. Betancur & J. Cavellier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris* Rodentia: Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458.
- Alho, C., Z. M Campos & H. C. Gonçalves. 1989. Ecology, social behavior and management of the Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). In the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford, K. H, & J.F. Eisenberg (eds.). *Advances in neotropical mammalogy*. San Hill Crane Press, Gainesville.
- Bejarano, P., M. Rodríguez & N. Álvarez. 2014. Formulación de una propuesta de aprovechamiento sostenible de poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare. Pp. 243-256, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Bolen, E. G. & L. W. Robinson. 1995. *Wildlife ecology and management*. Prentice Hall. New Jersey.
- Cordero, R. G. A. & J. Ojasti. 1981. Comparison of capybara populations of open and forested habitats. *Journal of Wildlife Management* 45(1):267-271.
- Correa, H. D, S. L Ruiz & L. M. Arévalo (eds.). 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005-2015–Propuesta Técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAVH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ . Bogotá.
- Ferraz K. P. M. B. & L. M. Verdade. 2001. Ecología comportamental da capivara: Bases biológicas para o manejo da espécie. Pp.589-595, en Mattos, W. R. S. (ed.). *A Produção animal na visão dos brasileiros*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, Brasil.
- Ferraz, K. P. M. B., R. M. F. Santos-Filho, T. R. O. Piffer & L. M. Verdade. 2001. Biología e manejo da capivara: do controle de danos ao máximo rendimento sustentável. Pp.580-588, en Mattos, W. R. S. (ed.). *A produção animal na visão dos brasileiros*. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasil.

- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- Hernández-Camacho, C. J., R. J. E. Pachón & J. V. Rodríguez. 1983. Evaluación de poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los hatos "Brasilia", "Guamito", "La Aurora", "La Borra", "El Danubio", "La Veremos" y "Mapurisa", Municipio de Hato Corozal, Casanare. Enero de 1983. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. Informe final. Bogotá.
- Herrera, E. A. 1992. Growth and dispersal of capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* in the Llanos of Venezuela. *Journal of Zoology* 228:307-316.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- Herrera, E. A. & D. W. MacDonald. 1987. Group stability and the structure of a capybara population. *Symposio Zoology Society of London* 58:115-130
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2003. Evaluación del estado actual de las poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y los hábitats asociados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en el departamento de Casanare. Informe Final convenio 07. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase I. Bogotá, Colombia.
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2004. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento del Casanare. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase II. Bogotá, Colombia.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1):31-40.
- MacDonald, D. W. 1981. Dwindling resources and the social behavior of capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*; Mammalia). *Journal of Zoology* (London) 194:371-391.
- Mauro R. A. & A. Pott. 1996. Dieta de capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) basada en análisis microhistológico de las heces. *Vida Silvestre Neotropical* 5(2):151-153.
- Márquez, G. 2001. De la abundancia a la escasez. La transformación de ecosistemas en Colombia. Pp. 1-86, en Palacios, G. (ed.). *La naturaleza en disputa*. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblios, Bogotá.
- Mones, A. & J. Ojasti. 1986. *Hydrochaeris hydrochaeris*. *Mammalian Species* No. 264.
- Mora, J. M. 2003. Evaluación y seguimiento para manejo y conservación de fauna silvestre. Pp. 45-66. En: Becerra M. T. (ed), *Lineamientos para el Manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de los recursos naturales in situ*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Moreira, J. R. A & D. W. MacDonald. 1993. The population ecology of capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) and their management for conservation in brazilian Amazonia. Pp. 26-27, en Mayo, S. J. & D. C. Zappi (eds.). *Biodiversity and environment: Brazilian themes for the future*. Linnean Society of London/Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.
- Quintana, R. & J. Rabinovich. 1993. Assessment of capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina Wetlands. *Ecology and Management* 2(4):223-230.
- Rabinovich, J. & R. Quintana. 1988. Métodos para la evaluación de la abundancia de poblaciones silvestres del carpincho con fines de manejo. Informe de los trabajos de campo de la provincia de Corrientes en el marco del proyecto de ecología y manejo de carpinchos por el Convenio Subsecretaría de Política Ambiental de la Nación y Subsecretaría de Recursos Naturales de la Provincia de Corrientes, Buenos Aires.

Schaller, G. & P. G. Crawshaw. 1981. Social organization in a capybara population. *Saugetierkundliche Mitteilungen* 29:3-16.

Soini, P. 1993. Estudio de la dinámica poblacional del ronsoco o capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el río Pacaya, Perú. *Folia Amazonica* 5(1-2):137-154.

UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación

de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

UNILLANOS & MAVDT (Universidad de Los Llanos & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.

Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare)

Natalia Atuesta-Dimian¹, Hugo Fernando López-Arévalo^{1, 2}, Pedro Sánchez-Palomino^{1, 3}, Olga L. Montenegro^{1, 2} & Clara Inés Caro⁴.

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

⁴ Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible -GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana. Universidad de Los Llanos.

Resumen

La evaluación de las poblaciones silvestres de fauna juega un papel fundamental en su conservación, uso y aprovechamiento sostenible. Por ello, durante tres años consecutivos evaluamos poblaciones silvestres de chigüiros en cuatro hatos ubicados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en el departamento de Casanare. En el municipio de Paz de Ariporo realizamos la evaluación durante la época de lluvias (junio-julio de 2004, julio de 2005) y época seca (marzo de 2006); mientras que en el municipio de Hato Corozal realizamos la evaluación solo durante la época de lluvias (septiembre de 2004). Localizamos 147.6 y 96.5 Km de transecto en Paz de Ariporo y Hato Corozal, respectivamente. Con el programa Distance 4.1 estimamos de densidad (D), estratificando el análisis por edad y calidad de hábitat. Generamos mapas de distribución y concentración poblacional y estimamos el tamaño promedio de las manadas y la estructura de edades de la población. Durante la época de lluvias de 2004 las tres categorías de edad se distribuyeron principalmente en los hábitats de calidad alta y media en los dos municipios evaluados. En la época de lluvias de 2005 en el municipio de Paz de Ariporo, aumentó el área de hábitat adecuado y los estimativos de densidad para las tres categorías de edad. Durante la época seca de 2006, la calidad de hábitat disminuyó y la población se agrupó en los sectores con presencia de agua, generando el incremento en el tamaño de las manadas y la disminución del tamaño de la población. Las densidades globales y estratificadas para el municipio de Hato Corozal (año 2004: $D = 0.38-0.39$ ind/ha) fueron menores a las estimaciones en el municipio de Paz de Ariporo (año 2004: $D = 2.64-2.86$ ind/ha; año 2005: $D = 6.21-6.44$ ind/ha; año 2006: $D = 4.80-5.93$ ind/ha). Nuestros resultados indican que las poblaciones de chigüiros en los hatos evaluados en Paz de Ariporo fueron mayores, excediendo en algunos casos la capacidad de carga del hábitat; mientras que las poblaciones de los hatos evaluados en Hato Corozal fueron escasas. Estos resultados muestran la importancia de considerar la evaluación pobla-

cional como base para establecer programas de conservación, manejo y uso sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros en la Orinoquía colombiana, ya que las poblaciones presentan diferente tendencias en la misma región.

Palabras claves: Chigüiro, densidad, Casanare, estructura de edades, tamaño de manada.

Abstract

The study population plays a fundamental role in use and suitable management of capybara. Thus, for three consecutive years we evaluated wild populations of capybaras in four ranches located in the Paz de Ariporo and Hato Corozal Municipalities in the Casanare Department. In Paz de Ariporo Municipality, we conducted the evaluation during the rainy season (June-July 2004, July 2005) and the dry season (March 2006) while in Hato Corozal Municipality we performed evaluation only during the rainy season (September 2004). We located 147.6 and 96.5 Km transect in Paz de Ariporo and Hato Corozal, respectively. We estimated the density (D) of capybaras using the program Distance 4.1, stratifying the analysis by age and habitat quality. We generated distribution maps and population concentration and we estimated the average size of herds and the age structure of the population. During the rainy season of 2004 the three age groups were distributed mainly in the habitats of high and medium quality (suitable habitat) in the two municipalities evaluated. During the rainy season of 2005 in Paz de Ariporo Municipality increased the area of suitable habitat and density estimates for the three age categories. During the dry season of 2006 decreased habitat quality and population was grouped in sectors with the presence of water, generating an increase in the size of the herds and decreasing the size of the population. The overall densities and stratified for Hato Corozal (2004: $D = 0.38-0.39$ ind/ba) were lower than estimates in Paz de Ariporo Municipality (2004: $D = 2.64-2.86$ ind/ba, year 2005: $D = 6.21-6.44$ ind/ba, 2006: $D = 4.80-5.93$ ind/ba). Our results indicate that populations of capybaras evaluated in the ranch of Paz de Ariporo were higher, in some cases exceeding the carrying capacity of the habitat, while populations assessed in Hato Corozal were limited. These results show the importance of considering the population assessment as a basis for programs for conservation, management, and sustainable use of wild populations of capybaras in the Colombian Orinoquia, because the populations have different tendencies in the same region.

Key words: Capybara, density, Casanare, age structure, size of herd.

Introducción

La evaluación del estado y las tendencias de las poblaciones, son una herramienta importante para establecer estrategias de

conservación y manejo de los recursos (Atkinson *et al.* 2004). Estimar el tamaño poblacional es fundamental cuando se quiere

describir y definir el comportamiento de la población (Becerra & Guillot 2003). El tamaño poblacional es la variable que brinda la información básica para tomar decisiones de manejo, especialmente cuando se trata de poblaciones silvestres que son explotadas comercialmente.

En el caso de especies de interés económico, como el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la evaluación de las poblaciones cobra mayor importancia para establecer planes o programas de manejo enfocados hacia su uso sostenible en los lugares donde se haga explotación y las poblaciones sean abundantes. En este caso, se requiere no reducir la población hasta su agotamiento, ni reducir su viabilidad genética y la capacidad de su hábitat para sostenerla a ella y a poblaciones de otras especies (Robinson & Redford 1997, Ojasti 2000). Por el contrario, en los casos donde la extracción ha sido tan intensa que las poblaciones se han reducido o extinguido localmente, los programas de manejo deberán estar orientados hacia la conservación.

El chigüiro es una especie que se ha visto afectada por la sobreexplotación de sus poblaciones silvestres, aunque su caza esta vedada temporalmente (Resolución 072 de 1969 del INDERENA). En Colombia las mayores poblaciones silvestres de chigüiros se concentran en las sabanas inundables de la Orinoquía. Sin embargo, en las últimas décadas estas poblaciones han presentado una distribución discontinua debido a la

destrucción de su hábitat y la fuerte presión de cacería, que han llevado a extinciones locales de poblaciones dentro de su rango de distribución potencial (ICN 2002). Esta situación ha hecho que en la última década, las autoridades ambientales nacionales y locales junto con entes académicos, hayan adelantado acciones que buscan conservar y recuperar las poblaciones silvestres de la especie, principalmente en el departamento de Casanare.

Es así como el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA, la Universidad de los Llanos-UNILLANOS y la Universidad Nacional de Colombia, han realizado diferentes investigaciones y acciones orientadas a la conservación de la especie. Estas investigaciones han sido orientadas al acopio, análisis de datos y establecimiento de criterios y elementos técnicos para la conservación, recuperación y aprovechamiento sostenible de la especie.

Este estudio hizo parte de las investigaciones realizadas por las autoridades ambientales y académicas. Nuestro objetivo fue estimar la densidad de adultos, juveniles y crías en diferentes calidades de hábitat, así como estimar el tamaño de las manadas y la estructura de edades de la población durante tres años consecutivos en cuatro hatos de los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal, en el departamento de Casanare.

Métodos

Realizamos la evaluación de poblaciones de chigüiros en cuatro hatos de los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Se-

leccionamos cuatro ventanas o cuadrantes de muestreo de 3600 ha cada uno, dos de ellos localizados dentro de los hatos Mira-

mar y Las Taparas en el municipio de Paz de Ariporo, y otros dos ubicados en los hatos Guamito y Santa Trinidad en Hato Corozal. Durante la época de lluvias de 2004 muestreamos los cuatro cuadrantes; y para la época de lluvias de 2005 y época seca de 2006 evaluamos únicamente las poblaciones de los dos cuadrantes ubicados en el municipio de Paz de Ariporo.

En las ventanas o cuadrantes de muestreo localizamos transectos lineales en sentido Norte-Sur, distanciados 700 m entre si como mínimo, con un ancho promedio de 500 m, alcanzando un esfuerzo de muestreo de 147.6 Km en Paz de Ariporo y 96.5 Km en Hato Corozal. Recorrimos cada transecto a caballo en dos períodos diferentes del día, entre las 7:00 y las 17:00 horas, realizando la búsqueda de manadas a lado y lado de la línea media con la ayuda de binoculares 8 x 40 y con un número constante de dos observadores por muestreo. Para cada manada registramos: Distancia perpendicular, localización sobre el transecto, número de individuos diferenciando por categoría de edad y número total de individuos por manada.

Posteriormente, ubicamos los transectos sobre los mapas de calidad de hábitat realizados para la zona de estudio por UNILLANOS & MAVDT (2005), UNAL & CORPORINOQUIA (2006) y Guzmán-Lenis *et al.* (2014), para determinar la longitud de los subtransectos en cada estrato o calidad de hábitat, utilizando los programas AutoCad® 2002 y ArcView 3.2 (ESRI 1999). En estos mapas, los autores dividieron el hábitat en tres categorías de calidad (alta, media y baja), de acuerdo a su modelo de hábitat, basado en la oferta de recursos para los chigüiros y su arreglo espacial (Guzmán-Lenis 2006). Para determinar si el muestreo fue estratificado utilizamos una prueba de Chi-cuadrado (X^2) con un nivel de significancia del 95 %.

Estimamos la densidad de las categorías de edad en cada calidad de hábitat usando el programa DISTANCE versión 4.1 (Thomas *et al.* 2003). Para determinar la función de detección trabajamos con intervalos definidos y una truncación de hasta 250 m. Los criterios para establecer el mejor modelo para la función de detección fueron el AIC (Akaike's Information Criterion), de acuerdo a la metodología propuesta por Buckland *et al.* (1993) y la prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado X^2) de los datos a la curva con una significancia del 95 % (Atuesta-Dimian 2006). La densidad total por cuadrante muestreado la estimamos como el promedio ponderado de las densidades en cada hábitat.

Utilizamos el método de tamaño medio de las manadas observadas, para estimar el tamaño de las manadas en cada hábitat (Buckland *et al.* 2001). Finalmente, construimos histogramas de frecuencias para establecer la composición de la población por edades, partiendo del número de los individuos contados en campo diferenciados en crías, juveniles y adultos.

Generamos mapas con gradientes de color usando el programa ArcView 3.2 (ESRI 1999), para presentar gráficamente los resultados de densidades y permitir establecer claramente la distribución de la población. Para ello, ubicamos las manadas sobre los mapas de la zona de estudio y establecimos la densidad de puntos en celdas de 50 m², con un radio de búsqueda de 300 m. A partir de estos resultados extrapolamos a los cuadrantes de muestreo usando el método de vecino natural (*natural neighbourhood*), calculando la media en celdas de 150 m². Finalmente, reclasificamos los intervalos y generamos contornos para ayudar a la interpretación visual.

Resultados

Densidad de las poblaciones de chigüiro

Todos los muestreos en los cuatro cuadrantes y durante las tres temporadas (época de lluvias 2004, época de lluvias 2005 y época seca 2006) se ajustaron a un muestreo estratificado (época de lluvias 2004: Guamito $X^2 = 2.83E-07$, $p > 0.05$; Santa Trinidad $X^2 = 0.402$, $p > 0.05$; Miramar $X^2 = 0.122$, $p > 0.05$; Las Taparas $X^2 = 0.443$, $p > 0.05$. Época de lluvias 2005: Miramar $X^2 = 2.530$, $p > 0.05$; Las Taparas $X^2 = 1.091$, $p > 0.05$; y Época seca 2006: Miramar $X^2 = 1.042$, $p > 0.05$ y Las Taparas $X^2 = 0.062$, $p > 0.05$).

Durante la época de lluvias de 2004 en el municipio de Hato Corozal, los estimativos de densidad variaron entre 0 y 0.68 ind/ha.

La mayor parte de las estimaciones de densidad presentaron coeficientes de variación altos (>100 %), los cuales pueden estar relacionados con bajos tamaños de muestra, que a su vez pueden ser determinados por una mayor dificultad en la detección de los animales o una población escasa. En el cuadrante del Hato Santa Trinidad la densidad de crías, juveniles y adultos se incrementó a medida que mejoró la calidad del hábitat. Para el cuadrante del Hato Guamito sólo observamos individuos de la categoría adultos en la zona de calidad alta; mientras que detectamos individuos de todas las categorías de edad en los sectores de calidad media y baja. En general, en este cuadrante los individuos se distribuyeron principalmente en el hábitat de calidad media (Tabla 1).

Tabla 1. Densidad de la población de chigüiros por categorías de edad en los cuadrantes evaluados en el municipio de Hato Corozal (Casanare). 2004

Calidad hábitat		Densidad 2004 (ind/ha)			% CV 2004		
		Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto
Hato Santa Trinidad	Alta	0.09	0.04	0.50	42.82	43.16	36.43
	Media	0.09	0.04	0.32	47.21	42.81	40.36
	Baja	0.08	0.01	0.13	79.63	129.10	46.78
	Total	0.06	0.04	0.31	37.72	33.50	26.98
Hato Guamito	Alta	0	0	0.44	0	0	120.12
	Media	0.20	0.08	0.68	70.07	44.32	42.70
	Baja	0.01	0.01	0.02	118.63	118.63	118.63
	Total	0.15	0.07	0.52	60.48	40.70	39.19

Al comparar los dos cuadrantes de muestreo del municipio de Hato Corozal, observamos que las densidades en el hábitat de calidad media fueron mayores para el cua-

drante del Hato Guamito. No obstante, las densidades en las otras calidades de hábitat fueron mayores en el cuadrante de Santa Trinidad (Tabla 1). Considerando la pobla-

ción total, las densidades estimadas para los dos cuadrantes de Hato Corozal junto con sus coeficientes de variación presentaron valores similares. El comportamiento de los estimativos de densidad en el municipio de Hato Corozal, evidenció un reducido tamaño poblacional.

Durante la época de lluvias del 2004 en el municipio de Paz de Ariporo, los estimativos de densidad variaron entre 0.03 y 4.51 ind/ha, presentando tamaños poblacionales más altos que los estimados en los cuadrantes evaluados en el municipio de Hato Corozal. Los valores más altos de densidad para las tres categorías de edad en el cuadrante del Hato Miramar se presentaron en el hábitat de calidad media, mientras que los valores más altos en el Hato Las Taparas se presentaron en el hábitat de calidad alta (Tabla 2). Al comparar los dos cuadrantes de muestreo de Paz de Ariporo, sin diferenciar por edad y acumulando los estimativos de las tres calidades de hábitat, observamos una mayor densidad en el cuadrante del Hato Miramar. Sin embargo, las densidades poblacionales de los dos cuadrantes pueden considerarse similares, ya que los estimativos del cuadrante del Hato Las Taparas presentaron un coeficiente de variación más alto (Tabla 3).

Según los estimativos de densidad, durante la época de lluvias de 2005 en los dos cuadrantes evaluados en el municipio de Paz de Ariporo, los chigüiros se distribuyeron principalmente en el hábitat de calidad media y alta, los cuales cubren indistintamente los requerimientos de la especie y conforman el hábitat adecuado (Guzmán-Lenis 2006). En ambos cuadrantes evaluados, los mayores estimativos de densidad para todas las categorías de edad se presentaron en el hábitat de calidad alta, excepto los juveniles del Hato Miramar que presentaron

valores más altos de densidad en el hábitat de calidad media (Tabla 2). A nivel global, acumulando los estimativos de las tres calidades de hábitat, los valores de densidad de los dos cuadrantes pueden considerarse similares. Entre la época de lluvias de 2004 y de 2005 se presentó un aumento en los valores de densidad en ambos cuadrantes. El coeficiente de variación del cuadrante del Hato Miramar se mantuvo prácticamente constante, mientras que disminuyó para el cuadrante del Hato Las Taparas (Tabla 3).

En la época seca de 2006 en el cuadrante del Hato Miramar, los valores más altos de densidad se presentaron en el hábitat de calidad baja para todas las categorías de edad. En el Hato Las Taparas los valores más altos para las tres categorías de edad fueron los estimados para el hábitat de calidad alta; sin embargo, este hábitat también presentó los mayores coeficientes de variación (Tabla 2). Las estimaciones realizadas a nivel global indican que en el Hato Las Taparas se presentó una mayor densidad poblacional con un bajo coeficiente de variación (Tabla 3).

Distribución de las poblaciones de chigüiros

Los mapas de distribución de las poblaciones estudiadas mostraron una relación entre los sectores de mayor concentración de la población, la presencia de agua en la zona y la calidad del hábitat. Durante la época de lluvias (2004 y 2005) las concentraciones poblacionales se localizaron en las zonas con calidad alta o las zonas de calidad media rodeadas de parches de calidad alta (Figuras 1, 2 y 3). En el municipio de Hato Corozal encontramos un menor número de zonas de concentración de la población, en particular en el Hato Guamito (Figura 1), coincidiendo con los resultados de la estimación de densidad.

Tabla 2. Densidad de la población de chigüiros por categorías de edad en los cuadrantes evaluados en el municipio Paz de Ariporo (Casanare) 2004-2006

Calidad hábitat	Densidad época de lluvias 2004 (ind/ha)			% CV 2004			Densidad época de lluvias 2005 (ind/ha)			% CV 2005			Densidad época seca 2006 (ind/ha)			% CV 2006			
	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	Cría	Juvenil	Adulto	
Hato Miramar	Alta	0.03	0.41	1.24	71.73	38.90	34.36	0.42	0.64	5.99	32.20	28.71	20.70	0.10	0.44	4.57	48.70	53.91	47.82
	Media	0.12	0.97	3.30	29.26	40.79	32.64	0.70	0.50	5.33	54.41	39.36	23.68	0.14	0.29	4.01	27.74	38.42	20.81
	Baja	0.03	0.30	0.83	72.15	53.12	37.89	0	0.28	0.99	0	158.50	160.07	0.16	0.83	4.86	37.60	31.10	25.52
Total	0.09	0.66	2.13	23.38	20.21	15.97	0.42	0.51	5.36	24.00	22.19	16.29	0.14	0.47	3.97	20.59	20.12	15.08	
Hato Taparas	Alta	0.06	0.63	4.51	67.68	88.33	75.72	0.56	1.10	7.13	26.14	23.99	17.31	0.63	6.59	15.62	81.90	430.8	63.92
	Media	0.04	0.14	1.56	26.25	22.90	14.03	0.28	0.36	5.39	17.54	20.08	32.49	0.13	0.49	4.34	19.45	16.24	12.02
	Baja	0.06	0.23	2.11	59.07	41.05	37.76	0.38	0.81	4.24	46.06	40.53	37.45	0.05	0.78	4.44	100	41.81	49.35
Total	0.06	0.24	2.04	30.35	40.57	27.50	0.38	0.69	5.46	17.51	17.95	13.14	0.17	0.52	4.53	19.31	14.18	11.13	

Tabla 3. Cuadro comparativo de las densidades y abundancias globales de chigüiros en los cuatro cuadrantes de muestreo, para las tres temporadas estudiadas. Estimaciones sin diferenciar por edades, donde el estimativo global es producto de los promedios ponderados de las densidades por hábitat.

Estimativos	Época de lluvias 2004			Época de lluvias 2005			Época seca 2006		
	Santa Trinidad	Guamito	Miramar	Las taparas	Miramar	Las Taparas	Miramar	Las Taparas	Las Taparas
Densidad (ind/ha)	0.39	0.38	2.86	2.64	6.44	6.21	4.80	5.93	5.93
% C.V.	30.89	41.00	17.29	31.38	16.51	12.65	15.94	11.05	11.05
Abundancia	744-2596	614-3069	7243-14 662	4794-18 807	16 549-32 465	17 340 – 28 859	12 553 – 23 808	17 067 – 26 684	17 067 – 26 684

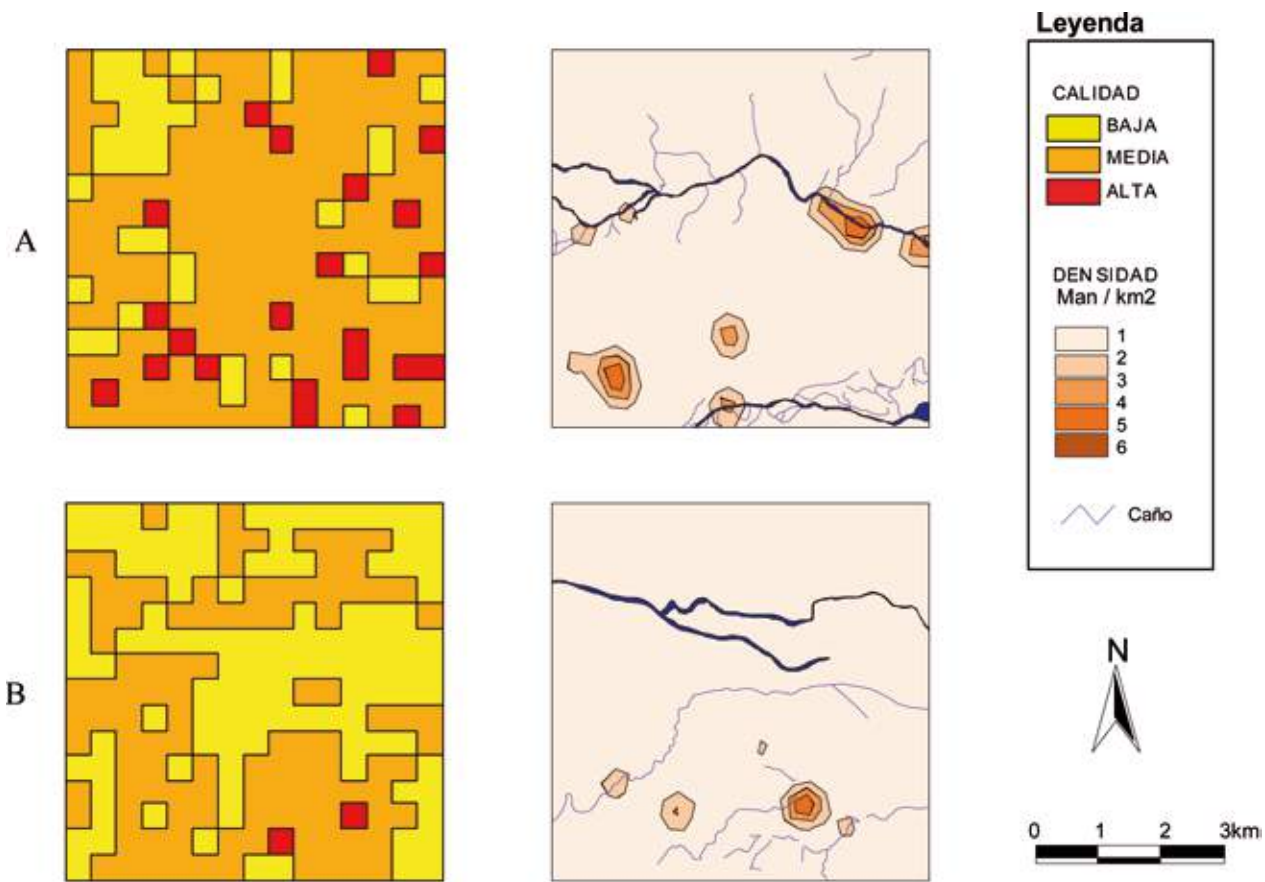


Figura 1. Comparación calidad de hábitat (izquierda) y la distribución de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* (derecha) en el municipio de Hato Corozal. **A.** Hato Santa Trinidad, época de lluvias 2004. **B.** Hato Guamito, época de lluvias 2004. Man = manadas

Para el municipio de Paz de Ariporo la población se concentró en los sectores de calidad alta y las zonas con cuerpos de agua (Figuras 2 y 3). En el Hato Las Taparos encontramos algunos puntos de concentración poblacional en sectores de calidad baja; no obstante, estos núcleos en particular se localizaron alrededor de cuerpos de agua (Figura 3A y 3B). Los mapas mostraron movimientos de la población hacia las zonas de calidad alta, la cual se incrementó entre los años 2004 y 2005 (Figuras 2, 3A y 3B). Durante los muestreos de la época seca se incrementó la importancia del recurso agua, ya que la mayor parte de los núcleos poblacionales se localizaron en los sectores

con remanentes de agua, más que en las zonas de alta calidad de hábitat (Figuras 2C y 3C). En la ventana del Hato Las Taparos encontramos una zona de concentración poblacional hacia el sur occidente del cuadrante, donde se localizan los pozos de extracción petrolera (Figura 3C). Aunque este sector no presenta caños permanentes, en él se encuentran pozos de agua formados por la excavación para la construcción del terraplén. Adicionalmente, encontramos altas concentraciones de población en los sectores donde se realizaron adecuaciones de hábitat, tales como profundización de esteros o construcción de diques o tapas para el represamiento de caños.

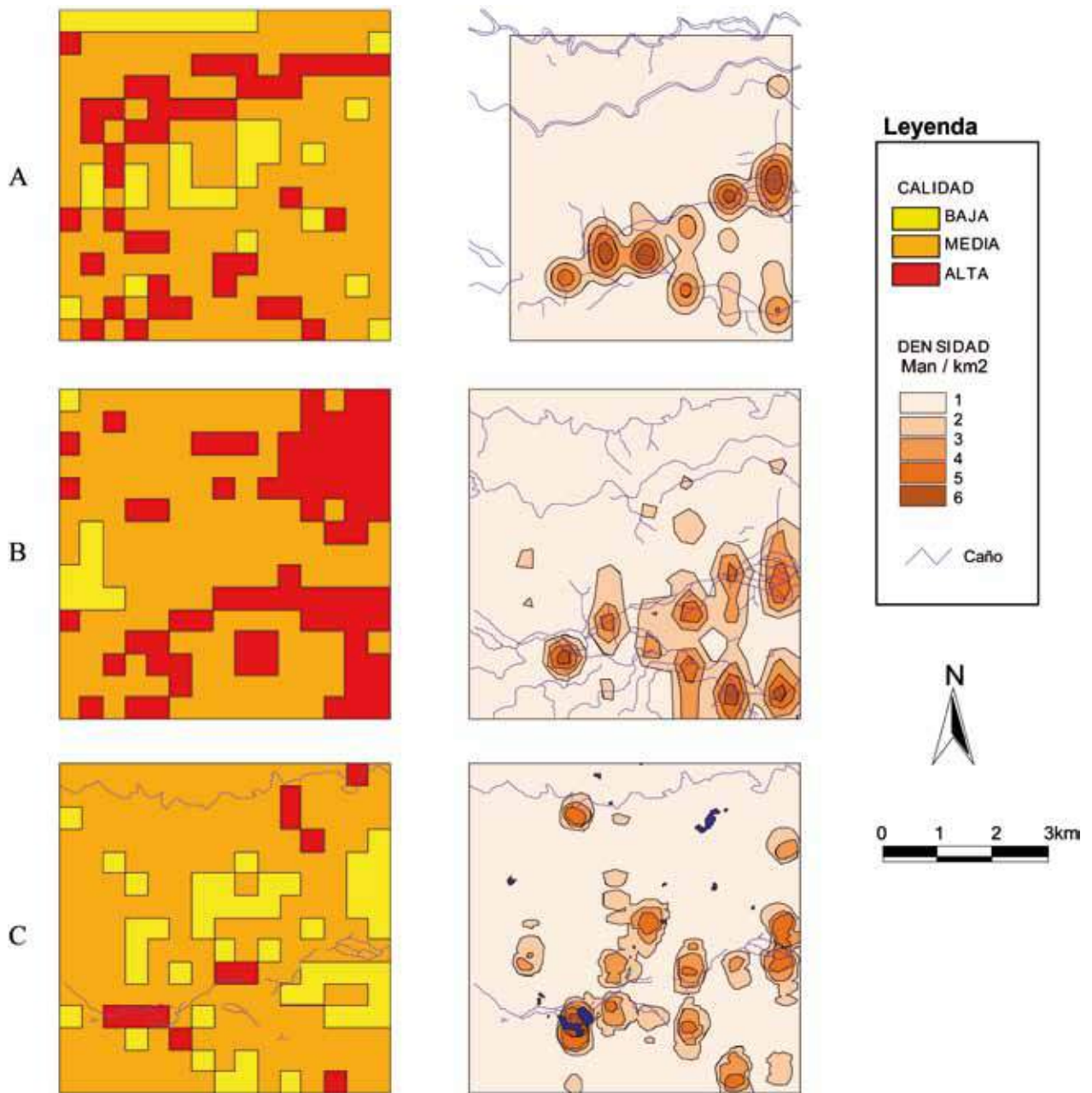


Figura 2. Comparación calidad de hábitat (izquierda) y la distribución de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* (derecha) en el Hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo. A. Época de lluvias 2004. B. Época de lluvias 2005. C. Época seca 2006. Man = manadas

Tamaño y densidad de las manadas

El tamaño promedio de manadas en Hato Corozal varió entre 5 y 16 individuos por manada, con los mayores valores estimados para los grupos del cuadrante del Hato

Santa Trinidad. En este hato encontramos las manadas de mayor tamaño en el hábitat de calidad media, mientras para el Hato Guamito registramos las manadas de mayor tamaño en el hábitat de calidad baja. Sin embargo, para la estimación de tama-

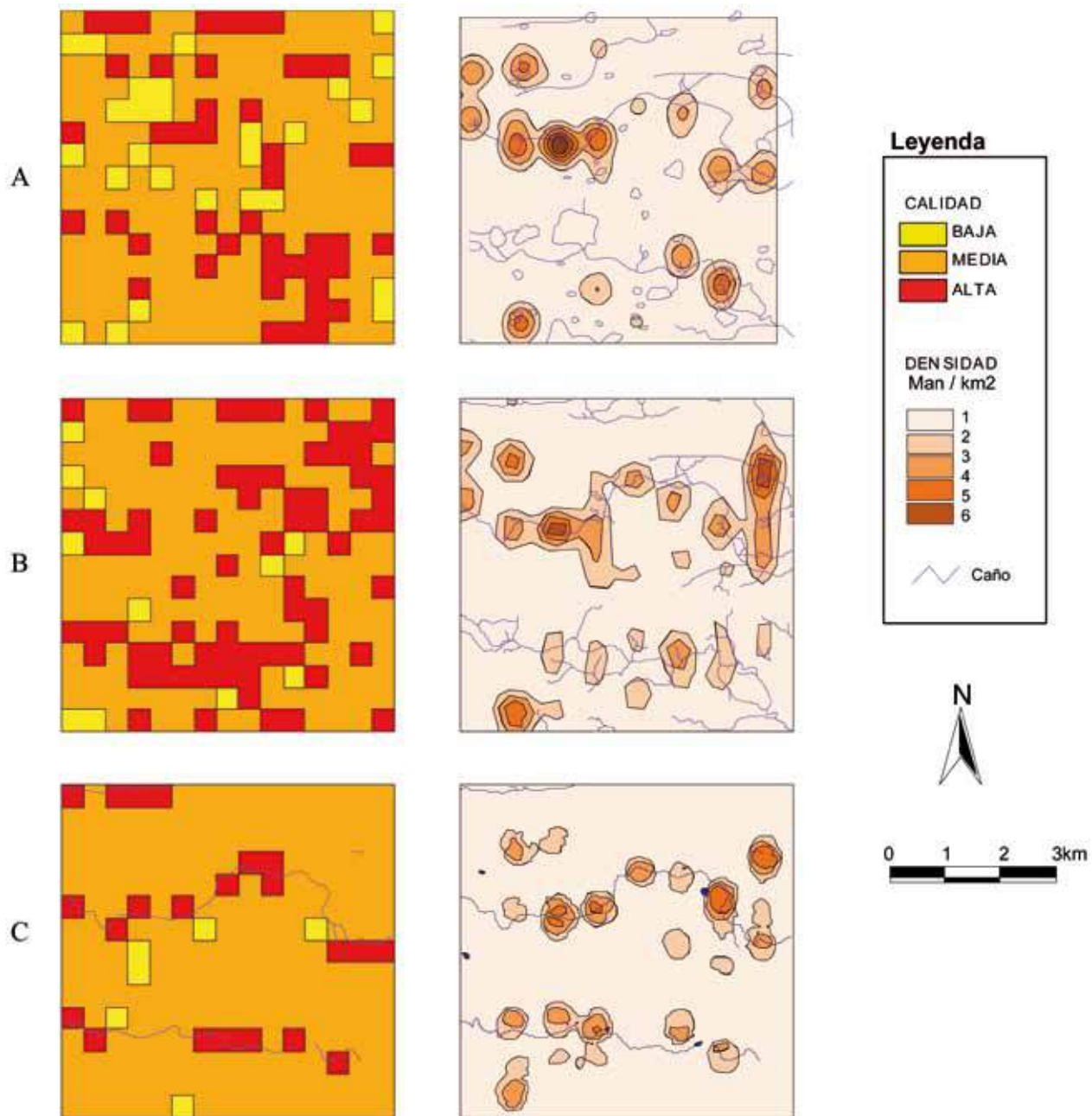


Figura 3. Comparación calidad de hábitat (derecha) distribución de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el Hato Las Taparás, municipio de Paz de Ariporo. A. Época de lluvias 2004. B. Época de invierno 2005. C. Época seca 2006. Man = manadas

ño de manada en el hábitat de calidad baja del Hato Guamito solo se cuenta con una manada registrada, como lo indica el coeficiente de variación calculado (0 %). La estimación de densidad de manadas mostró que las manadas se concentraron en las zonas de calidad media y alta (Tabla 4).

Los estimativos de tamaño de manada en el municipio de Paz de Ariporo oscilaron entre 8 y 25 individuos por manada. Los valores más altos los registramos durante la época seca de 2006, temporada climática en la cual los individuos tienden a agruparse, generando un aumento en el tamaño de

Tabla 4. Estructura de edades (% de individuos) de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris*. Comparación multianual de los cuatro cuadrantes de muestreo. Municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo (Casanare). 2004 - 2006.

	Calidad hábitat	Época de lluvias 2004						Época de lluvias 2005						Época seca 2006					
		Manadas			Densidad (manadas/ha)	%CV	Manadas			Densidad (manadas/ha)	%CV	Manadas			Densidad (manadas/ha)	%CV			
		Tamaño	%CV	Intervalo al 95%			Tamaño	%CV	Intervalo al 95%			Tamaño	%CV	Intervalo al 95%					
Hato Santa Trinidad	Alta	8	20.98	5-12	0.113	29.47	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Media	10	16.34	7-14	0.047	35.39	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Baja	9	25.25	5-17	0.015	38.68	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Hato Guantío	Alta	5	29.44	2-12	0.062	100.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Media	7	17.09	5-10	0.065	36.38	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	Baja	16	0.00	16-16	0.002	118.63	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Hato Miramar	Alta	15	15.05	11-21	0.116	30.43	17	8.26	15-21	0.406	19.06	21	24.57	12-37	0.219	40.49			
	Media	16	5.93	14-18	0.224	19.51	16	6.33	14-18	0.399	22.35	22	12.37	17-28	0.206	16.62			
	Baja	12	23.37	7-19	0.108	37.19	8	38.19	2-39	0.137	148.85	25	17.74	17-35	0.227	15.91			
Hato Las Taparas	Alta	18	8.99	14-21	0.294	74.31	20	8.73	17-23	0.407	13.79	19	16.73	14-27	0.606	25.76			
	Media	14	6.24	12-16	0.140	13.13	19	7.78	17-23	0.276	17.72	24	6.08	21-27	0.222	10.14			
	Baja	18	16.49	12-25	0.106	29.13	22	20.87	14-34	0.241	29.62	23	27.16	13-42	0.226	40.70			

manada. Los estimativos de tamaño y densidad de manada se incrementaron entre el 2004 y el 2006.

En el cuadrante del Hato Miramar registramos las manadas de mayor tamaño en el hábitat de calidad media y alta durante la época de lluvias, y en el hábitat de calidad baja durante la época seca. En el cuadrante del Hato Las Taparas encontramos las manadas de mayor tamaño en el hábitat de calidad alta y baja durante los muestreos de la época de lluvias; mientras que en la época seca registramos las manadas de mayor tamaño en el hábitat de calidad media. La estimación de densidad de manadas mostró que éstas se concentraron en las zonas de calidad alta y media (hábitat adecuado), excepto para el muestreo de la época seca en el Hato Miramar, donde el valor más alto del estimativo

de densidad de manadas se encontró en el hábitat de calidad baja (Tabla 4).

Estructura de edades de la población

A lo largo de todo el estudio los estimativos de densidad en todos los cuadrantes evaluados, tanto por estrato como a nivel global, reflejaron la composición por edades de la población, con los valores más altos para los adultos, seguidos por los juveniles y finalmente las crías (Tablas 1 y 2). La estructura de edades mostró una dominancia en la población de la categoría adultos con valores de 73.35 % - el 87.12 % del total de individuos contados, frente a un 12.88 % - 26.65 %, como valor acumulado de las categorías juveniles y crías. Los porcentajes más altos de crías se presentaron en las poblaciones evaluadas en Hato Corozal durante el invierno de 2004 (Figura 4).

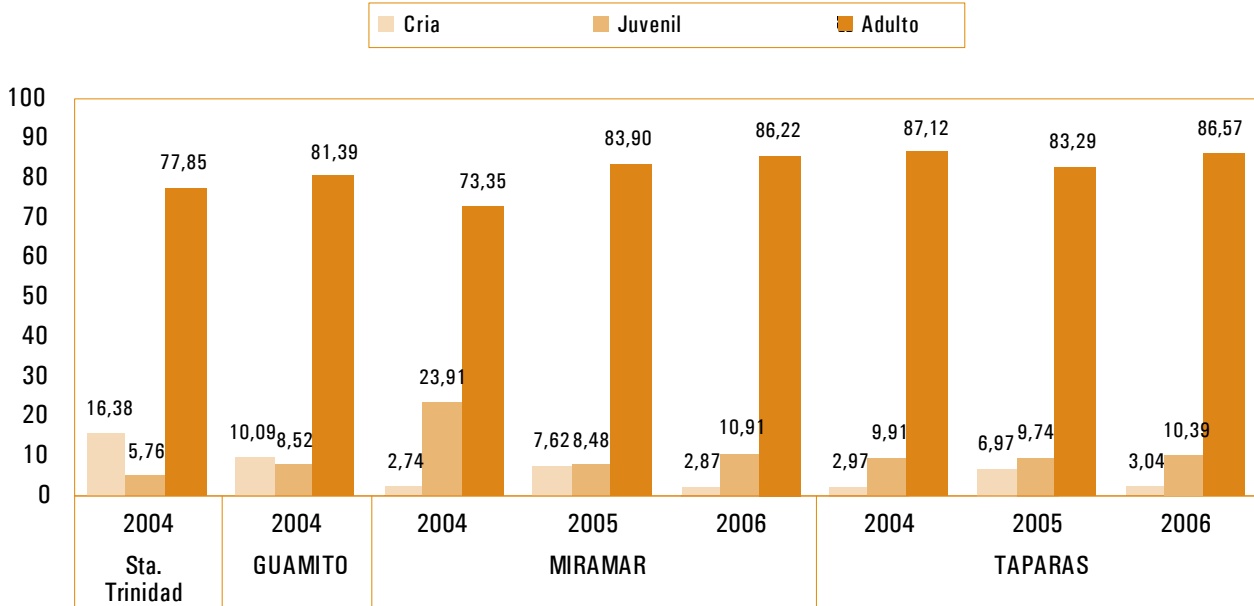


Figura 4. Estructura de edades (% de individuos) de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris*. Comparación multianual de los cuatro cuadrantes de muestreo. Municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo (Casanare). 2004 - 2006.

Discusión

El chigüiro se distribuye principalmente en las sabanas inundables. Sin embargo, dentro de estas sabanas existen bastas extensiones de bajos carentes de fuentes de agua en donde no se observan chigüiros, y lugares con agua y áreas de pastoreo donde el terreno está abundantemente cubierto por la especie (Herrera & Macdonald 1989). Esto indica que la abundancia y distribución espacial de sus poblaciones esta determinada por la oferta de recursos críticos como agua, alimento y refugio contra depredadores (Quintana 1999).

La estratificación que realizamos de las estimaciones poblacionales en las tres calidades de hábitat, se fundamenta en una relación entre el hábitat y la densidad poblacional (UNAL & CORPORINOQUIA 2006, UNAL & MAVDT 2006). Esta relación hábitat–densidad, puede apoyarse en la teoría de selección de hábitat por parte de las especies, que postula como criterio de calidad la aptitud darwiniana, y predice que en los hábitats con mayor calidad debe presentarse una densidad más alta, ya que debe existir una relación entre la capacidad de carga y la calidad del hábitat (Ojasti 2000). Por ello, se esperaría que durante las tres épocas de evaluación, la población se distribuyera principalmente en las zonas de calidad alta.

No obstante, durante los muestreos de la época de lluvias gran parte de la población se encontró en los sectores de calidad media. Esta calidad de hábitat, en algunos casos, puede soportar individuos de la especie en espacios reducidos, es decir con pequeñas áreas de acción (3.77 ha), indicando que este hábitat puede ser suficiente para proveer los recursos necesarios para

la supervivencia de los animales (Camargo 2005). Adicionalmente, la distribución de la población durante la época de lluvias en los sectores de calidad media, podría estar relacionada con la amplitud ecológica que presenta la especie (Ojasti 1993).

El chigüiro puede acomodarse a condiciones de baja disponibilidad de recursos, por su rápida adaptación a vivir en medios marginales para otras especies animales, además de su rusticidad, precocidad y eficiencia reproductiva bajo condiciones poco exigentes (Ojasti 1973, Clavijo 1993). Especialmente durante la temporada de lluvias la especie presenta pocas limitaciones para su distribución y utiliza los sectores que cubren sus necesidades sin que estos correspondan necesariamente a los hábitats de alta calidad. Este comportamiento generalista del chigüiro puede determinar que la relación calidad de hábitat–densidad poblacional (VanHorne 1983, Vispo *et al.* 1995), en la que se basa el modelo hábitat del cual parte la evaluación poblacional (Ver Guzmán-Lenis *et al.* 2014), no se cumpla directamente. Es por ello, que es posible encontrar a la población agrupada no solo en el hábitat de calidad alta, sino también en el de calidad media, lugares que cubren los requerimientos de la especie y que constituyen por lo tanto su hábitat adecuado.

Durante la época de lluvias la distribución y densidad de la población esta relacionada con la calidad de hábitat, ya que las tres categorías de edad se encontraron distribuidas en el hábitat adecuado. Sin embargo, con la entrada de la época seca la población del Hato Miramar, en Paz de Ariporo, muestra cambios en su distribución, con los valores más altos de los estimativos de densidad en

los sectores de baja calidad, por lo cual no se cumple del todo la relación hábitat–densidad. Este comportamiento en los estimativos de densidad puede ser producto de la especificidad temporal de los modelos de evaluación de hábitat. Aunque la modelación del hábitat reconoce las variaciones espaciales en la disponibilidad de recursos, no puede incorporar las variaciones temporales producto de cambios climáticos; ya que estos cambios determinan la importancia estacional de los recursos para la supervivencia de la población. Por ello, al crear los modelos de evaluación de hábitat es necesario establecer sus objetivos, su área geográfica de aplicación y la época climática en la que deben emplearse, con el fin de elegir las variables que mejor describan los requerimientos de la especie para la época climática seleccionada (USFWS 1981).

Durante la época seca los factores críticos para la distribución de la especie son la disponibilidad de alimento y especialmente de agua, de tal forma que las manadas de chigüiros no se alejan más allá de 300 m de los caños y esteros permanentes (Ojasti 1993, Oikos 2003). Aunque la calidad de hábitat no mostró una relación con la densidad de la población en la época seca, los mapas de distribución y concentración poblacional ratifican la importancia del recurso hídrico durante esta época. Así, los mayores núcleos poblacionales se localizan alrededor de las fuentes de agua permanentes aun cuando estas zonas no correspondan a los sectores de hábitat adecuado para el chigüiro.

Otra explicación para la distribución de la población en el Hato Miramar durante la época seca, donde los chigüiros se acumularon en sectores de baja calidad, es la estructura social y el comportamiento de la

especie, lo cual puede generar una distribución del hábitat no equitativa entre los individuos. La naturaleza territorial del chigüiro conduce a que los adultos dominantes y sus manadas se apropien de los sectores de mayor calidad de hábitat, donde hay mejor disponibilidad de agua y comida, para convertirlos en su territorio (Perea & Ruiz 1977, Giraldo & Ramírez 2001), dejando a los demás individuos en áreas marginales. Esta selección del territorio puede estar determinada por la distribución local de los recursos, teniendo en cuenta que en el territorio de una manada se deben encontrar todos los recursos necesarios para su supervivencia (Herrera & Macdonald 1989). Este comportamiento se observa especialmente cuando la población está alcanzando o ha sobrepasado su capacidad de carga (VanHorne 1983, Vispo *et al.* 1995).

La capacidad de carga definida como el número máximo de individuos que un área puede resistir de manera permanente, esta determinada por la disponibilidad de recursos como alimento, protección contra la depredación y espacio, para el caso de las especies territoriales como el chigüiro (Ojasti 2000). Teniendo en cuenta los altos estimativos de densidad en los hatos Las Taparas y Miramar y tomando como referencia los valores de capacidad de carga para los chigüiros de 2 ind/ha registrados en Brasil (Agrotec 1999) y 3 ind/ha en Venezuela (González-Jiménez & Szeplaski 1998), podemos decir que la población de chigüiros en estos dos sitios ha sobrepasado la capacidad de carga.

La alta densidad poblacional, superior o cercana a la capacidad de carga, puede afectar negativamente la calidad del hábitat, ya que la disponibilidad de recursos como forraje puede disminuir por el pisoteo o pastoreo

excesivo, al igual que la calidad del agua disponible. Estas altas densidades también pueden afectar los parámetros poblacionales disminuyendo la fertilidad y aumentando la mortalidad (VanHorne 1983, Vispo *et al.* 1995), lo cual a largo plazo genera una disminución poblacional.

Aunque estas altas densidades poblacionales provocarían cambios instantáneos en la calidad del hábitat, en poblaciones de fauna silvestre frecuentemente los individuos parecen insensibles a un amplio espectro de densidades, hasta alcanzar un valor umbral donde la limitación por los recursos empieza a sentirse con todo su rigor, generando retrasos en la respuesta poblacional a las condiciones de hábitat (Ojasti 2000). Por lo tanto, un valor de densidad que sobrepase la capacidad de carga no resulta extraño, pero es necesario manejar la población para evitar que esta sobreexplota su hábitat y reduzca la capacidad de sustentación para la población futura.

De acuerdo con los estimativos de densidad poblacional para los hábitats de calidad alta y media, y a nivel global, la población ha rebasado la capacidad de carga en los cuadrantes de Miramar y Las Taparas. En este caso, las acciones de manejo de la población deben estar encaminadas a controlar el número de individuos en los sectores con estas dos calidades, para evitar deterioro del hábitat y mortalidad producto de procesos densodependientes.

Nuestros estimativos de densidad global para los hatos de Hato Corozal son inferiores a la densidad estimada por Oikos (2003) en el Hato La Aurora (1.06 ind/ha), ubicado en el mismo municipio. Tal diferencia puede atribuirse al tipo de manejo que se le ha dado a la población y al hábitat en el Hato

La Aurora, ya que en este sitio durante varios años se ha aprovechado de forma legal las poblaciones de chigüiros. En este hato se ha controlado la caza y se ha protegido y mejorado el hábitat para aumentar la productividad de la población, contrario a lo encontrado en los hatos que evaluamos en este municipio, donde la caza indiscriminada ha afectado considerablemente las poblaciones. Así mismo, nuestros resultados son similares a los obtenidos por Aldana-Domínguez *et al.* (2007) en los mismos hatos evaluados. Estos autores encontraron altos valores de densidad y poblaciones abundantes en los hatos Las Taparas y Miramar, mientras que en los hatos de Santa Trinidad y Guamito encontraron bajas densidades y una población reducida. Tales contrastes fueron atribuidos a las diferentes características del hábitat y a la presión de caza, ya que en los hatos de Hato Corozal existe una fuerte presión de caza, mientras que en Paz de Ariporo se hace un control de la misma.

La calidad de hábitat y la capacidad de carga también determinan el tamaño de las manadas en cada tipo de hábitat, puesto que el tamaño de las manadas está directamente relacionado con la disponibilidad de recursos. Así mismo, el número de hembras que puede tener un macho en su harem aumenta con una mayor abundancia y conectividad de los recursos en tiempo y en espacio (Oikos 2003).

En general, los valores estimados del tamaño de manada se encuentran dentro del rango indicado para las sabanas abiertas de Colombia y Venezuela, donde los chigüiros pueden conformar grupos de 12 a 58 individuos (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977, Quintana 1999). Los únicos valores que no se encuentran dentro de este rango son las

estimaciones del municipio de Hato Corozal (2004) y el tamaño de manada en el hábitat de calidad baja (2005) para el cuadrante de muestreo del Hato Miramar.

Los tamaños de manada estimados para los cuadrantes del municipio de Hato Corozal, pueden ser explicados por la perturbación causada por la presión de caza, que puede llevar a la ruptura de las unidades sociales (Quintana & Rabinovich 1993). En Hato Corozal las poblaciones de chigüiros han sido sometidas a una presión de cacería excesiva por tratarse de una zona de fácil acceso, incluso en la temporada de lluvias, y por su localización en límites con Arauca lo que facilita el tráfico ilegal hacia Venezuela. Esta presión de caza también se hace evidente en los valores de las estimaciones de densidad poblacional a nivel global, que indican que las poblaciones son reducidas.

En el caso del Hato Miramar, libre de presión antrópica, es posible que el tamaño pequeño de las manadas en el hábitat de calidad baja durante el 2005, sea producto de fragmentaciones del grupo ya que muchas veces los subadultos son expulsados de la manada y permanecen solitarios hasta formar una nueva pareja. Asimismo, algunos adultos pueden separarse del grupo y conformar grupos pequeños cuando son atacados por los machos dominantes o cuando están enfermos o heridos (Fuerbringer 1974, Perea & Ruiz 1977, Jorgenson 1986, Soini 1993). Adicionalmente, se tienen indicios que las manadas son de un tamaño máximo determinado, el cual a su vez se relaciona con la calidad del hábitat donde se distribuye el grupo. Cuando este número es sobrepasado, el grupo se fragmenta y los individuos se agrupan en parejas para formar nuevas manadas (Fuerbringer 1974,

Perea & Ruiz 1977, Jorgenson 1986). Este comportamiento se presenta con mayor frecuencia en los hábitats marginales, es decir de calidad baja, debido a la reducida disponibilidad de recursos.

Los valores más altos de tamaño de manada los registramos en el municipio de Paz de Ariporo durante el verano de 2006, cuando el tamaño promedio de las manadas se incrementó respecto a las estimaciones realizadas en las épocas de lluvias de 2004 y 2005. Esta variación estacional demuestra que el número de individuos en cada grupo puede variar no solo entre hábitats sino además entre épocas climáticas (Alho *et al.* 1989). Los tamaños de manada pueden ser producto de la escasez de agua durante la época seca que lleva a los animales a congregarse en torno a las fuentes remanentes, generando un incremento en el tamaño de las manadas. En la época seca la cohesión familiar es baja desapareciendo la intolerancia, por lo cual los grupos se conforman aleatoriamente en torno a los cuerpos de agua remanentes presentando un intercambio de individuos entre los distintos grupos y una reorganización de manadas (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977, Azcarate 1980, Herrera 1986, Jorgenson 1986, INDERENA-CORPOS 1994).

El aumento en el tamaño de las manadas por congregaciones de animales en torno a las fuentes de agua y los cambios en la distribución de la especie con la llegada de la época seca también pueden verse reflejados en los mapas de distribución y concentración poblacional. Los chigüiros son animales territoriales y sociales que necesitan de una serie de recursos y condiciones óptimas para realizar sus actividades diarias. El espacio donde desarrollan sus activida-

des incluye fuentes de agua, sitios con disponibilidad de alimento y zonas de sesteo (Azcarate 1980, Alho *et al.* 1989, González-Jiménez 1995). Los animales pueden migrar de un lugar a otro cuando existe una alta competencia con otros grupos sociales por los recursos, en ausencia de alguno de los recursos o cuando se reduce la disponibilidad de los mismos, tal y como sucede durante la temporada de sequía.

En cuanto a la estructura de edades de la población, en general ésta corresponde a la proporción estimada para poblaciones silvestres en Venezuela (70 % adultos-30 % juveniles y crías) y a la encontrada por Oikos (2003) y Aldana-Domínguez (2007) en la misma zona de estudio. La importancia de la estructura de edades de la población radica en la información que puede suministrar a programas de manejo basados en

la dinámica poblacional, o donde se haga algún manejo enfocado a una categoría de edad en particular.

De acuerdo a nuestro estudio, en los hatos evaluados en el municipio de Paz de Ariporo, libres de presiones antrópicas y con sus poblaciones cercanas o excediendo la capacidad de carga del hábitat, sería posible realizar un aprovechamiento sostenible. Por su parte, en los hatos evaluados en el municipio de Hato Corozal, la baja población de chigüiros no permite realizar un aprovechamiento sostenible de la población. Como alternativa en estos lugares, el manejo se debería enfocar al reforzamiento de la población y a la realización de adecuaciones para mejorar la calidad del hábitat en la zona, con miras a aumentar el tamaño poblacional hasta un punto que permita su aprovechamiento sostenible a futuro.

Agradecimientos

Este trabajo hace parte de los estudios realizados por la Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio No. 72 “Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Fase III” (2004); los estudios realizados por Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía-CORPORINOQUIA dentro del Convenio Interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la “Investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005); y los estudios realizados por la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT dentro del convenio 106 “Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana” Fase V (2006).

Agradecemos especialmente a los habitantes de la zona de estudio y a los propietarios de los hatos donde realizamos los muestreos por darnos su autorización para trabajar en ellos y por brindarnos su colaboración durante la fase de campo.

Literatura Citada

- Agrotec. 1999. Capibara: Cría y Cautiverio. Video. Videocasete (VHS) (49 min.). 13 mm.
- Aldana-Domínguez, J. & D. C. Angel-Escobar. 2007. Evaluación del tamaño y densidad de poblacio-

- nes silvestres de chigüiros en el departamento del Casanare. Pp. 33-48, en Aldana-Domínguez J., M. I Vieira-Muñoz & D. Ángel-Escobar (eds.). *Estudios sobre la ecología del chigüiro (hydrochoerus hydrochaeris), enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C.-Colombia.
- Alho, C., Z. M. Campos & H.C. Goncalvez. 1989. Ecology, social behavior and management of the Capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford, K. H. & Eisenberg J. F. (eds.). *Advances in Neotropical Mammalogy*. San Hill Crane Press. Gainesville.
- Atkinson, A. J., P. C. Trenham, R. N. Fisher, S. A. Hathaway, B. S. Johnson, S. G. Torres & Y. C. Moore. 2004. Designing monitoring programs in an adaptive management context for regional multiple species conservation plans. U.S. Geological Survey Technical report. USGS Western Ecological Research Center, Sacramento.
- Atuesta-Dimian, N. 2006. Evaluación de poblaciones de chigüiros. Cartilla 2. Pp. 2.1-2.67, en Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. *Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de capacitación*. Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. Bogotá.
- Azcarate, T. 1980. Sociobiología y manejo del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Doñana Acta Vertebrata 7(6):1-228.
- Becerra, M. T. & G. Guillot. 2003. Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas productivos en condiciones *in situ*. Pp. 163- 183, en Becerra, M. T. (ed.). *Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de los recursos naturales in situ*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Buckland, S., D. Anderson, K. Burnham & J. Laake. 1993. Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Champan & Hall, New York.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L., Borchers & L. Thomas. 2001. Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological population. Oxford University Press. London.
- Camargo, A. A. 2005. Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Pp.109-130, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio No. 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Villavicencio.
- Clavijo, J. J. 1993. Aspectos de la biología y el manejo de los chigüiros en Colombia. Pp. 21-65, en *Manejo de fauna silvestre acuática y actualización en zootecnia*. Memorias. Bogotá.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute, inc.). 1999. ArcView GIS [GIS software]. Version 3.2. Redlands, CA.
- Fuerbringer, B. J. 1974. El chigüiro: Su cría y su explotación racional. Temas de Orientación Agropecuaria. 99:5-59.
- Giraldo, H. D. & J. Ramírez. 2001. Guía para el manejo, cría y aprovechamiento sostenible del chigüiro o capibara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linneo. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma.
- González-Jiménez, E. & E. Szeplaski. 1998. Manejo y producción de chigüiros a nivel de finca. Papeles de Fundacite Aragua.
- Guzmán-Lenis, A. R. 2006. Evaluación de la calidad del hábitat disponible para el chigüiro. Cartilla 1. Pp. 1.1-1.164, en Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. *Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de capacitación*. Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. Bogotá.
- Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres.. 2014. Calidad del hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propues-

- ta metodológica. Pp. 59-75, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Herrera, E. A. 1986. Vida en grupos y ecología del capibara, en Memorias X Congreso Latinoamericano de Zoología. Programa Científico. Viña del Mar, Chile.
- Herrera, E. A. & D. W. MacDonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679.
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente). 1969. Resolución 072 del 7 de febrero de 1969 “por la cual se reglamenta la caza del chigüiro”.
- INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente) & CORPOS (Corporación Colombiana de Proyectos Sociales). 1994. Informe final.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1):31-40.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible. FAO. 1ra. Edición. Roma.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Perea, J. & S. Ruiz. 1977. Organización social y hábitos territoriales del chigüiro. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Quintana, R. D. 1999. Relación entre la estructura del paisaje en un humedal y la fauna silvestre: El carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) como caso de estudio. Pp. 178-197, en Malvárez, A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.ege.fcen.uba.ar/gieh/PDF_MIOS/carpi_mab.pdf (último acceso noviembre 2006).
- Quintana, R. & J. Rabinovich. 1993. Assessment of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) populations in the wetlands of Corrientes Argentina *Wetlands Ecology and Management* 2(4):223-230.
- Robinson J. G. & K. H. Redford. 1997. Cosecha sostenible de mamíferos forestales neotropicales. Pp. 485-501, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.
- Soini, P. 1993. Estudio de la dinámica poblacional del ronsoco o capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el río Pacaya, Perú. *Folia Amazónica* 5(1-2):137-154.
- Thomas, L., J. L. Laake, S. Strindberg, F. F. C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, S. L. Hedley & J. H. Pollard. 2003. Distance 4.1. Release 2. Research unit for wildlife population assessment, University of St. Andrews, U.K. Disponible en <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/> (último acceso noviembre de 2006).
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implemen-

tación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe Final.

UNAL & MAVDT (Universidad Nacional de Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2006. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V. Convenio interadministrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106. Bogotá. Informe final.

UNILLANOS & MAVDT (Universidad de Los Llanos & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio

del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.

USFWS (U. S. Fish and Wildlife Service). 1981. Standards for the development of habitat suitability index models for use in the habitat evaluation procedures. ESM 103. Division of Ecological Services. U.S. Fish Wildlife Service. Department of the Interior, Washington, D. C.

Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management* 47(4):893-901.

Vispo, C. R., J. R. Cary, D. J. Lauten & C. Balzer. 1995. Assessment of habitat quality in a habitat mosaic: An example with ruffed grouse. Pp. 470-474, en Bissonette, J. A. & P. R. Krausman (eds.). *Integrating people and wildlife for a sustainable future. Proceedings of the First International Wildlife Management Congress*. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.

Estudio citogenético del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana

Carlos Arturo Sánchez-Isaza & Ligia Mercedes Jiménez-Robayo

Laboratorio de Citogenética - Posgrado en Salud y Producción Animal - Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá

Resumen

Dada la creciente importancia que han adquirido las especies silvestres neotropicales por su utilidad en investigaciones biológicas y el desarrollo en su cría, producción y conservación, realizamos el presente trabajo como un aporte al conocimiento del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana. Obtuvimos cromosomas en metafase a partir del cultivo de linfocitos de sangre periférica de 25 chigüiros y los estudiamos mediante las técnicas de bandeo G (GTG), R (RBG), C (CBG) y NOR (NOR-GTG). Fotografiamos las mejores metafases y realizamos la biometría cromosómica en 57 figuras mitóticas (longitudes relativas y parámetros centroméricos: Relación de brazos e índice centromérico) para definir la morfología de cada cromosoma de acuerdo a la nomenclatura internacional. Encontramos un número cromosómico diploide $2n = 66$ y un número fundamental $NF = 108$. Sugerimos un arreglo cromosómico formado por cuatro grupos: A - 10 pares de cromosomas submetacéntricos, B - 10 pares de cromosomas metacéntricos, C - 2 pares de cromosomas acrocéntricos y D - 10 pares de cromosomas telocéntricos. El cromosoma X es metacéntrico, siendo el mayor de los cromosomas y su longitud relativa corresponde al 9.72 ± 1.03 % del complemento haploide mientras que el cromosoma Y es acrocéntrico y representa el 3.69 ± 0.56 % del complemento haploide. Realizamos el idiograma de los patrones de bandeo GTG, RBG y CBG de los cromosomas del chigüiro (*H. hydrochaeris*).

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, cariotipo, Orinoquía colombiana, bandeo cromosómico.

Abstract

Given the great significance of the Neotropical wild species for your usefulness in biological investigation and the development in brood, production and conservation, we carry out the present work as a contribution to the knowledge of the capybara of the Co-

*lombian Orinoquia (Hydrochoerus hydrochaeris). We obtained chromosomes in metaphase from cultures of peripheral blood lymphocytes of 25 capybaras and we analyzed them by G (GTG), R (RBG), C (CBG), and NOR (NOR-GTG) chromosomal bands. We photographed and measured the better metaphases in 57 metaphase cells (relative chromosome length and centromeric parameters: Arms ratio and centromeric index) with the purpose of defining the morphology of each chromosome according to the International Nomenclature. The number diploid is $2n = 66$ and fundamental number is $NF = 108$. We suggested to arrange into four chromosomes groups: Group A - 10 pairs of submetacentric chromosomes, group B - 10 pairs of metacentric chromosomes, group C - 2 pairs of acrocentric chromosomes and group D - 10 pairs of telocentric chromosomes. The X chromosome is a metacentric chromosome and is the longest of the chromosomes, and their relative longitude is the 9.72 ± 1.03 % of the haploid complement. The chromosome Y is an acrocentric chromosome and their relative longitude is the 3.69 ± 0.56 % of the haploid complement. We carry out the ideogram of the GTG, RBG and CBG banding, of the chromosomes of the capybara (*H. hydrochaeris*).*

Key words: *Capybara, Hydrochoerus hydrochaeris, karyotype, Colombian Orinoquia, banding chromosomal.*

Introducción

Los conocimientos científicos sobre la fauna silvestre neotropical siguen siendo muy superficiales y fragmentarios a pesar de que posee una gran importancia económica, social y de planificación en estrategias de conservación y manejo de especies (Villegas & Granados 1982). No obstante, en la actualidad la creciente exigencia para establecer e implementar planes y programas de manejo y conservación de los recursos silvestres, ha llevado a la necesidad de aumentar el conocimiento que se tiene sobre las especies, principalmente de aquellas que por sus características son consideradas promisorias, como es el caso del chigüiro *H. hydrochaeris*.

El chigüiro (*H. hydrochaeris*) dada su interesante posición taxonómica dentro de los roedores, es el roedor más grande del mundo (Ojasti 1973); posee un excelente

potencial como fuente de proteína animal y para la explotación racional en programas de conservación (Otero de la Espriella 1973). La especie *H. hydrochaeris* se encuentra en Venezuela, Uruguay, Guyanas, Brasil, Argentina y Paraguay. En Colombia habita los Llanos Orientales de la Orinoquia, en los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada (León 1974).

La especie es aprovechada comercialmente por su carne y su piel en Colombia, Venezuela y Argentina (Ojasti 1997). Colombia es uno de los países que posee mayor cantidad de chigüiros en estado silvestre, los cuales viven en grandes extensiones de tierra inundables que requieren grandes inversiones para su adecuación para fines agropecuarios tradicionales. Sin embargo, estas tierras inundables se podrían utilizar para el montaje de zoocriaderos planificados con técni-

cas modernas y eficientes, que permitan sostener una producción permanente dentro de la industria pecuaria no tradicional (Otero de la Espriella 1972). La explotación comercial de las poblaciones de chigüiros ha sido tema de interés durante largo tiempo, y ha requerido el planteamiento de programas que regulen su uso y aprovechamiento como propósito para su conservación.

El planteamiento de estrategias de manejo para el uso y la conservación de ésta especie requiere entre otros, del conocimiento de parámetros genéticos de la población, los cuales podrían ayudar a establecer los procedimientos adecuados para mantener la población, tales como la translocación de individuos o la cría en cautiverio (Maldonado-Chaparro *et al.* 2009). Sin embargo, los estudios genéticos de los chigüiros han sido escasos; por tal razón planteamos el

presente trabajo como un aporte al conocimiento de la genética de los chigüiros.

Este estudio tiene como objetivos: 1) Determinar el número cromosómico y caracterizar el complemento cromosómico del chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana utilizando el análisis de bandas G (GTG), bandas R (RBG), bandas C (CBG) y bandas NOR (NOR-GTG); 2) realizar el arreglo del cariotipo y el correspondiente idiograma para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana; 3) Contribuir al conocimiento genotípico de la especie, para el diseño de programas de conservación y reproducción en cautiverio o en espacios abiertos controlados y la posible aplicación metodológica en otras especies; 4) Apoyar el establecimiento de un banco de información genética en especies silvestres neotropicales.

Métodos

Animales experimentales

Para el análisis cromosómico recolectamos muestras de sangre periférica de 25 chigüiros (*H. hydrochaeris*) de diferentes edades (13 machos y 12 hembras), procedentes de la región de la Orinoquía colombiana, los cuales encontraban confinados en cinco lugares: El Centro Agropecuario el Hachón del Sena, la Sección de Granjas y Especies Silvestres de la Universidad Tecnológica de los Llanos y el zoológico del Centro de Convenciones “El Paraíso” en el departamento del Meta; y los zoológicos Santa Cruz y Parque Jaime Duque en el departamento de Cundinamarca.

Tomamos las muestras de sangre periférica (3-4 ml /animal) de las venas safena y/o femoral con jeringas desechables de 5 ml humedecidas con 0.3 ml de heparina (Liquemine® 5000 UI/ml). Identificamos las muestras y las transportamos en nevera portátil a 4 - 5 °C hasta el Laboratorio de Citogenética de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, para su procesamiento. En general el tiempo de transporte de la muestra desde su recolección hasta la siembra, no afectó la viabilidad del cultivo celular, puesto que hubo ocasiones en que las muestras fueron sembradas hasta 24 horas después de la toma y

sin embargo, se obtuvieron excelentes preparaciones cromosómicas. Entre los factores determinantes para la obtención de un cultivo de linfocitos de excelente calidad cabe destacar la asepsia durante la toma de la muestra y el mantenimiento óptimo de la temperatura de refrigeración hasta la siembra, así como las condiciones de esterilidad en el laboratorio.

Protocolo de cultivo y cosecha

A partir de las muestras de sangre periférica obtenidas realizamos el cultivo de linfocitos, empleando la técnica de secado al aire modificada (Moorhead *et al.* 1960), según el siguiente protocolo: En cada frasco sembramos 5 ml de medio de cultivo (RPMI-1640^R Flow) con antibióticos al 2 % (5000 U.I. de Penicilina y 5000 mg de Estreptomina), 1 ml de suero fetal bovino (20 %), 0.3 ml del mitógeno Fitohemaglutinina-P (Difco®; 10 mg/ml) y a la mezcla le añadimos entre 0.5 y 1 ml de sangre completa con anticoagulante y después incubamos los cultivos durante 72 horas a 37.5°C. Para detener las células en metafase aplicamos a cada frasco de cultivo 0.15 ml de Colchicina (Sigma®; 0.016 %) dos horas previas a la cosecha. Posteriormente adicionamos 8 ml de solución hipotónica de cloruro de potasio (KCL) 0.075 M precalentada a 37.5°C por 30 minutos. Realizamos la fijación mediante la adición de 10 gotas de solución fijadora (tres partes de alcohol metílico y una de ácido acético) a cada tubo y agitamos suavemente. Centrifugamos a 1200 rpm por 10 minutos y descartamos el sobrenadante.

Resuspendimos las células en 8 ml de solución fijadora (Carnoy 3:1) a presión con pipeta Pasteur y dejamos en fijación por 30 minutos. Luego repetimos la fijación 3-4

veces por 10 minutos cada vez hasta obtener el botón celular limpio y procedimos a gotear sobre láminas limpias, libres de grasa, humedecidas en un baño de agua destilada con hielo. En cada lámina se colocaron entre 3 y 4 gotas, se flamearon y dejamos secar al aire. Coloreamos con la tinción clásica de Giemsa y montamos las laminillas con Entellan® después de tres pasos por Xilol.

Técnicas de bandeado cromosómico

- Bandas G (GTG) (Howell & Black 1978), con tiempo de envejecimiento de láminas de 5-7 días y tiempo de tripsina de 3-5 minutos
- Bandas R (RBG) (Pai & Thomas 1980), láminas de 2-3 días y tiempo de Bis-benzimide de 20 minutos, exposición a lámpara de vapor de mercurio a 50 °C por una hora.
- Bandas C (CBG) (Sumner 1972), tiempo de HCl de 1 hora, incubación en BaOH₂ a 56 °C por 8 minutos y 2XSSC a 53 °C por 1 hora.
- Bandas NOR (NOR-GTG) (Howell & Black 1978, Howell 1980) con temperatura de incubación a 67 °C durante dos minutos.

Análisis al microscopio

El análisis de las láminas lo realizamos en un microscopio Olympus BHTR. De cada individuo analizamos 20 metafases con tinción convencional de Giemsa para establecer el número y la morfología cromosómica de la especie, 20 metafases con bandas G (GTG), bandas R (RBG) y bandas C (CBG) y 30 con bandas NOR (NOR-GTG).

Fotografía

Tomamos microfotografías en blanco y negro de 48 metafases con tinción Giemsa, 17 con bandas C, 48 con bandas G, 14 con bandas R y 36 con bandas NOR en un microscopio automatizado Leitz DiaplanR equipado con un aditamento fotográfico Leitz Orthomat ER (con filtro verde claro), con película de 35 mm, KodalithR Ortho-

film 6556 ISO 8 y las ampliamos en papel Kodak Forté speedR grado 3 semimate en un equipo Meopta Opemus 6 StandardR. Los cariotipos los organizamos teniendo en cuenta la nomenclatura de Levan *et al.* (1964; Tabla 1) y realizamos el idiograma acorde con las recomendaciones de nomenclatura de la 2° Conferencia Internacional sobre Estandarización de Cariotipos en Animales Domésticos (ISCNDA 1989).

Tabla 1. Nomenclatura recomendada por Levan *et al.* (1964) para ordenar los cariotipos.

Posición relativa del centrómero	Relación de brazos	Índice centromérico	Clasificación del cromosoma
Medio Estricto (M)	1	50	Metacéntrico
Región Mediana (m)	1 - 1.7	37.5 - 50	
Región Submedia (sm)	1.7 - 3	25 - 37.5	Submetacéntrico
Región Subterminal (st)	3 - 7	12.5 - 25	Subtelocéntrico
Región Terminal (t)	> 7	< 12.5	Acrocéntrico
Terminal Estricto (T)	∞	0	Telocéntrico

Análisis estadístico

Realizamos mediciones de la longitud absoluta de cada brazo y total de los cromosomas en 57 metafases, 25 de machos y 32 de hembras, utilizando un calibrador Vernier

con una resolución de 0.05 mm. Las longitudes se expresaron en porcentaje (%) de la longitud total de los cromosomas del conjunto haploide femenino, de acuerdo a la fórmula (Würster *et al.* 1971):

$$\% \text{ Longitud del cromosoma } N = \frac{\text{Longitud del cromosoma } N}{\text{Longitud total del conjunto haploide} / 2} \times 100$$

A los datos de la biometría cromosómica le calculamos la media aritmética (X), desviación estándar (D.E.), coeficiente de variabilidad (CV), relación de brazos (RB) y el índice centromérico (IC) para cada cromosoma (datos no mostrados). Además calcu-

lamos el porcentaje (Media ± desviación estándar), que ocupaban los cromosomas sexuales X y Y del chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana en el set haploide según la fórmula (Würster *et al.* 1971):

$$\% \text{ Longitud del cromosoma } X \text{ o } Y = \frac{\text{Longitud del cromosoma } X \text{ o } Y}{\text{Longitud total del conjunto haploide} / 2 + X \text{ o } Y}$$

Resultados y Discusión

Estandarización de técnicas citogenéticas

Para lograr la estandarización de la técnica de cultivo de linfocitos de chigüiro desarrollamos el protocolo a partir del propuesto por Moorhead *et al.* (1960) para linfocitos humanos y realizamos las modificaciones necesarias hasta que obtuvimos cultivos exitosos con índices mitóticos hasta de 12.58 % y eficiencias de mitógeno hasta de 57.69 %. El protocolo de cultivo de linfocitos de chigüiro de la Orinoquía colombiana se adjunta en el Anexo A.

Análisis cromosómico

Analizamos las preparaciones cromosómicas teñidas con la coloración de Giemsa de 20 ejemplares de chigüiro (11 machos y 9 hembras) y encontramos que todos los ejemplares de chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana poseen un número diploide de $2n = 66$. Este número diploide, que reseñamos para el chigüiro de la Orinoquía colombiana, es similar al descrito para ejemplares de Uruguay (Sáez *et al.* 1971, 1973; Fernández *et al.* 1992), Brasil (Mariano *et al.* 1983), Venezuela (Peceno 1983) y también para ejemplares analizados por Wurster *et al.* (1971), de procedencia desconocida.

El número fundamental (NF) es un parámetro que siempre se debe tener en cuenta en la caracterización cariológica en las diferentes especies de mamíferos como una clave del proceso evolutivo. En el presente trabajo encontramos un NF = 108 para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana, similar al reportado para ejemplares de Brasil (Mariano *et al.* 1983) y para

animales de Uruguay (Sáez *et al.* 1973). Sin embargo Fernández *et al.* (1992) registraron un NF diferente (NF = 96) en otros individuos procedentes de Uruguay.

Para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana proponemos un arreglo cariotípico más simplificado que los previamente reportados, ya que organizamos los cromosomas según su morfología cromosómica y dentro de cada grupo morfológico en tamaño decreciente. Este arreglo cariotípico lo confirmamos y contrastamos con los datos de las mediciones de los cromosomas, la longitud relativa y los parámetros centroméricos necesarios para garantizar una adecuada clasificación morfológica (Figura 1).

Con base en los datos de biometría cromosómica y los parámetros centroméricos (Levan *et al.* 1964) y las recomendaciones de la 2^o Conferencia Internacional sobre Estandarización de Cariotipos en Animales Domésticos (ISCNDA 1989), proponemos el siguiente arreglo cromosómico para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana (Figura 2). Ordenamos los autosomas en cuatro grupos de acuerdo a su morfología y tamaño descendiente así:

- **Grupo A:** Comprende 10 pares de cromosomas submetacéntricos grandes (1 al 10) con relación de brazos de 1.24–1.45 e índices centroméricos entre 42.2–44.9.
- **Grupo B:** Incluye 10 pares de cromosomas metacéntricos medianos (de 11 al 20), con relación de brazos de 2.45–2.89 e índices centroméricos entre 26.90–30.57.

- **Grupo C:** Está conformado por 2 pares de autosomas acrocéntricos los cromosomas 21 y 22 y el cromosoma sexual Y. en este grupo los cromosomas poseen una relación de brazos de 10.46–23.28 e índices centroméricos entre 4.26–7.03.
- **Grupo D:** Este grupo involucra a 10 pares de cromosomas telocéntricos (del 23 al 32), que poseen una relación de brazos indeterminada e índices centroméricos de cero.

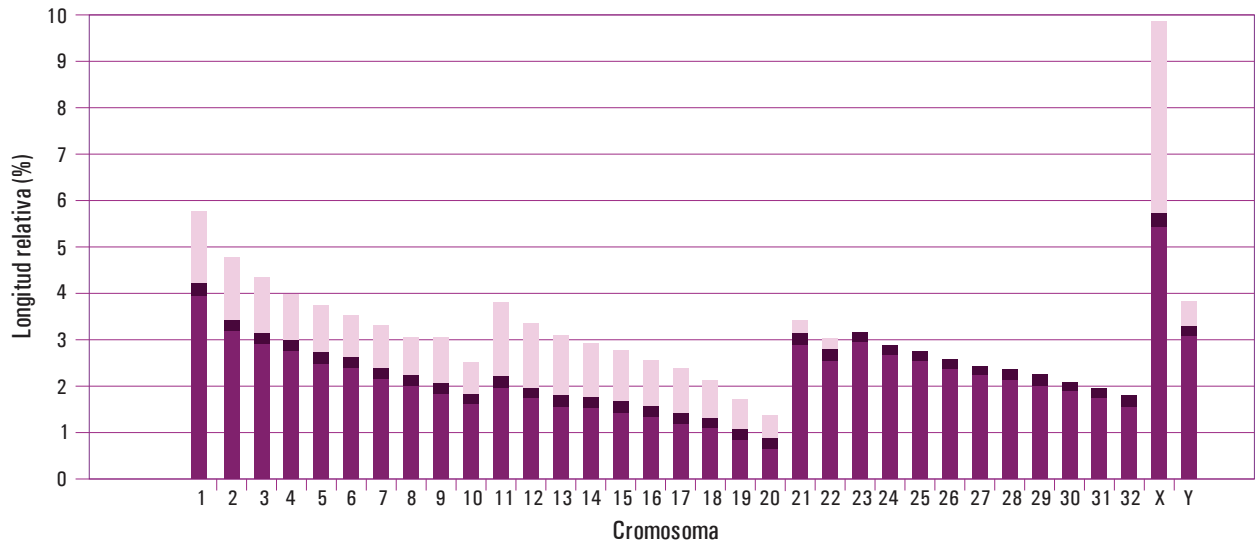


Figura 1. Longitud Relativa de los cromosomas del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana.

En la Tabla 2 mostramos la comparación entre el cariotipo del chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana y el cariotipo publicado de ejemplares *H. hydrochaeris uruguayensis* procedentes de diferentes lugares de la República Oriental del Uruguay (Sáez *et al.*, 1971). En la Tabla 3 mostramos la comparación del porcentaje del complemento ocupado por los cromosomas sexuales del chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana con datos reportados en trabajos previos. Como se puede observar el cromosoma X del chigüiro en los diferentes análisis revisados, incluyendo este trabajo, ocupa siempre más del 5% del complemento haploide mientras que el cromosoma Y oscila en valores cercanos al 4%.

Los cromosomas sexuales son un par heteromórfico bien definido, destacándose el cromosoma X, como el más grande de todo el complemento haploide (9.72 ± 1.03 %), seguido por el cromosoma 1 (submetacéntrico - 5.65 ± 0.46 %), el más grande de los autosomas. Desde 1964 se ha señalado la existencia de este tipo de cromosomas X, llamándoles cromosomas de Tipo Duplicado (Ohno *et al.* 1964). Se han encontrado cromosomas X de Tipo duplicados en algunos roedores y en general, en grupos cuya evolución cariotípica se relaciona con fusiones de tipo robertsoniano como en el género *Acomys*, o con translocaciones o inversiones como en el caso de los hystricomorfos, entre los que encontramos el chigüiro, cobayo, mará y chinchilla (Wurster *et al.* 1971).

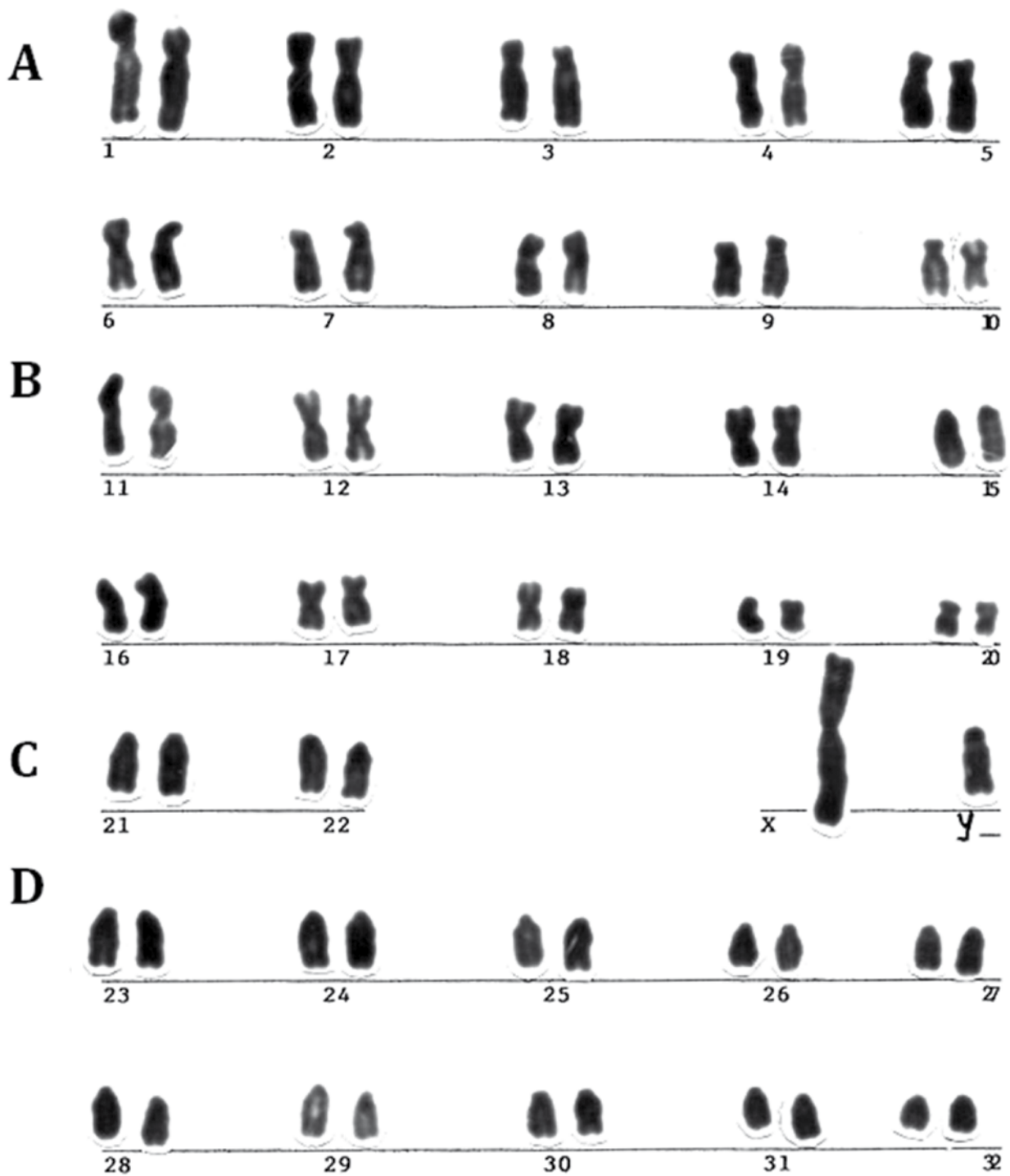


Figura 2. Cariotipo de chigüiro macho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana.
Tinción convencional de Giemsa, 2900X.

Tabla 2. Comparación de los cariotipos de *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana (este trabajo) y *H. hydrochaeris uruguayensis*, Uruguay (Sáez *et al.* 1973).

	<i>H. hydrochaeris</i> (Este trabajo)	<i>H. hydrochaeris uruguayensis</i> (Sáez <i>et al.</i> 1973)
Procedencia	Orinoquía Colombiana	Uruguay
Número diploide	66	66
Número Fundamental	108	108*
Submetacéntricos	Grupo A: 10 pares, par 1 con satélites	Grupo A: 2 pares + Grupo B: 3 pares medianos + grupo C: 5 pares = 10
Metacéntricos	Grupo B: 10 pares	Grupo C: 6 pares + grupo F: 4 pares pequeños 10
Acrocéntricos	Grupo C: 2 pares, 1 miembro del par 21 con satélites	Grupo D: 2 pares y con miembro de par 17 con satélites pequeños
Telocéntricos	Grupo D: 10 pares	Grupo E: 10 pares
X	Submetacéntrico, (9.72 %)	Submetacéntrico, el de mayor tamaño (7%)
Y	Acrocéntrico (3.69 %)	Telocéntrico, uno de los mas pequeños

*NR = No Reportado, calculado en el presente trabajo.

Tabla 3. Porcentaje del complemento haploide ocupado por los cromosomas sexuales del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana, según varios autores.

	Wurster <i>et al.</i> (1971)	Sáez <i>et al.</i> (1971)	Mariano <i>et al.</i> (1983)	Este trabajo (2014)
X	8.50 ± 0.6 %	7 %	7.55 ± 0.47 %	9.72 ± 1.03 %
Morfología	Metacéntrico	Submetacéntrico	Submetacéntrico	Submetacéntrico
Y	4.09 ± 0.31 %	-	4.17 ± 0.24 %	3.69 ± 0.56 %
Morfología	Acrocéntrico	Telocéntrico	Subtelocéntrico	Acrocéntrico

El cromosoma Y ocupa 3.69 ± 0.56 % del complemento haploide mientras que el más pequeño de todo el genoma es el cromosoma 20 (metacéntrico- 1.22 ± 0.25 %).

En la Figura 2 presentamos el cariotipo con tinción convencional de Giemsa de un ejemplar (macho) de chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana. Cabe destacar la presencia de una constricción

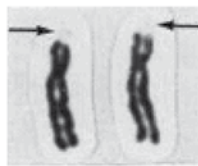
secundaria y satélites en el brazo corto del cromosoma 1, los cuales se hicieron evidentes con tinción Giemsa y bandas G, C y NOR-GTG (Figura 3).

También queremos hacer énfasis en la presencia de satélites en el brazo corto (p) del cromosoma 21, pero siempre en condición heterocigota en los animales analizados. Estos satélites fueron fácilmente observados

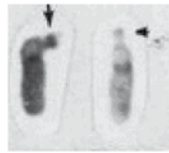
con tinción Giemsa, bandas G y C, pero a diferencia de los del cromosoma 1, no tiñeron con la tinción de plata (bandas Ag - NOR-negativas), lo que podría indicar un sitio NOR inactivo (Figura 3). De igual modo, previa-

mente se reportó un heteromorfismo similar en el cromosoma 17 (acrocéntrico; Sáez *et al.* 1973), el cual es similar en tamaño y morfología al cromosoma 21 de nuestro trabajo y podría corresponder al mismo cromosoma.

Cromosoma 1



GIEMSA

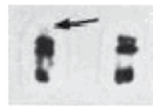


BANDAS C



BANDAS G

Cromosoma 21



BANDAS G

Figura 3. Arriba. Cromosoma 1 con tinción Giemsa, bandas C y bandas G de ejemplares de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), mostrando la constricción secundaria y la presencia de satélites (flecha) en su brazo corto (p). Abajo. Cromosoma 21 con bandas G de chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana mostrando la presencia de satélites (flecha) en el brazo corto (p) de solo uno de los cromosomas. 2300 X.

Bandeo cromosómico

Las técnicas de bandeo cromosómico constituyen una de las herramientas más eficaces para conseguir la identificación exacta de los pares cromosómicos de cualquier especie. También son utilizadas en la determinación de anomalías cromosómicas y en el establecimiento de relaciones taxonómicas entre distintas especies.

Para lograr la identificación inequívoca de los cromosomas del chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana rea-

lizamos las técnicas de bandeo cromosómico G (GTG), R (RBG), C (CBG) y NOR (NOR-GTG).

Bandas G (GTG). La disposición de las bandas G en los cromosomas del chigüiro, nos permitió determinar la distribución de las regiones de heterocromatina; sin embargo, no observamos ningún tipo de heteromorfismo a este nivel de bandeo. En la Figura 4 mostramos el cariotipo con bandas G de un ejemplar de chigüiro (hembra) y en la Figura 5 el idiograma correspondiente luego de analizar 11 cariotipos y 154 bandas positivas.

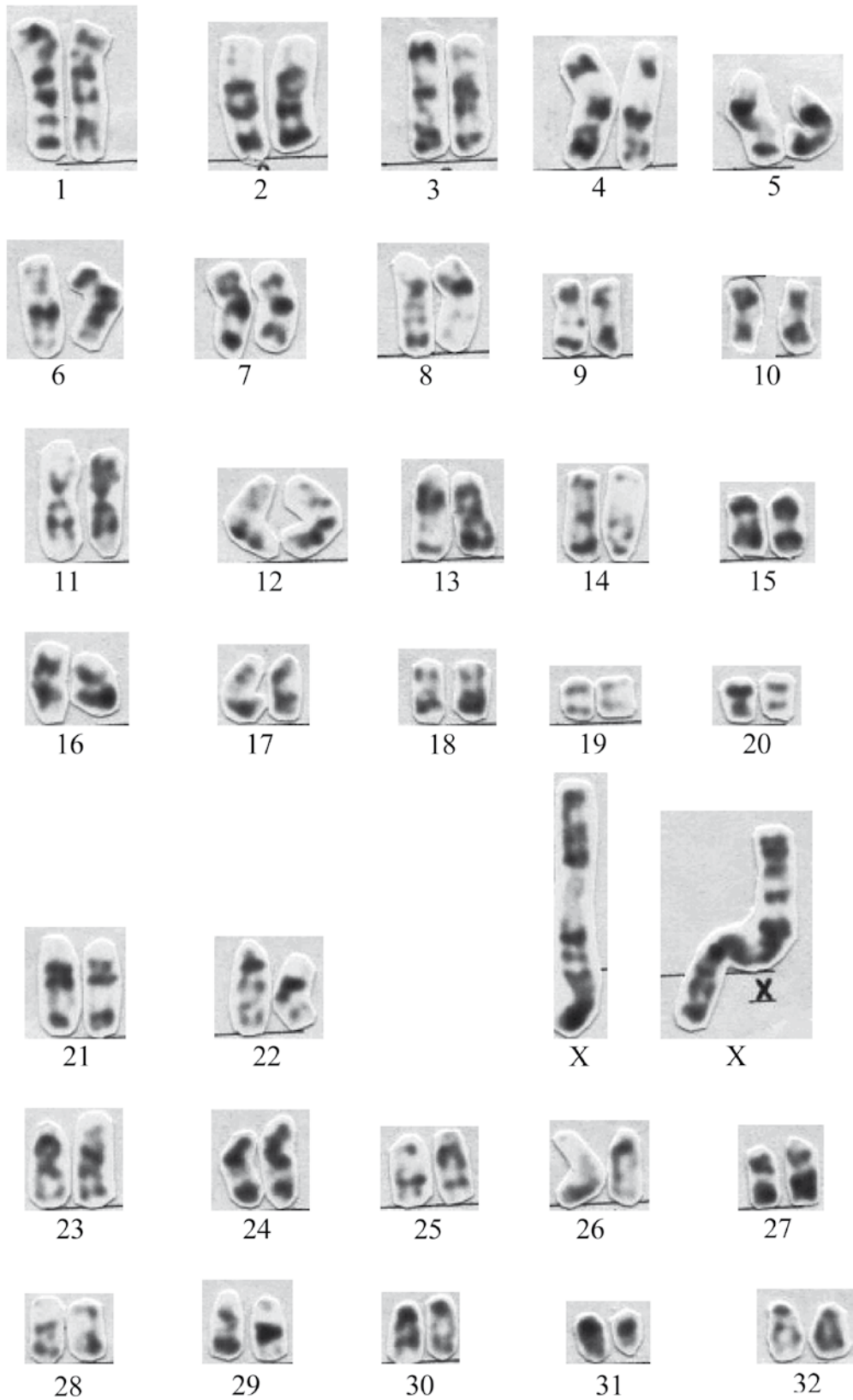


Figura 4. Cariotipo de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) hembra de la Orinoquía colombiana con bandas G (GTG). 2900 X.

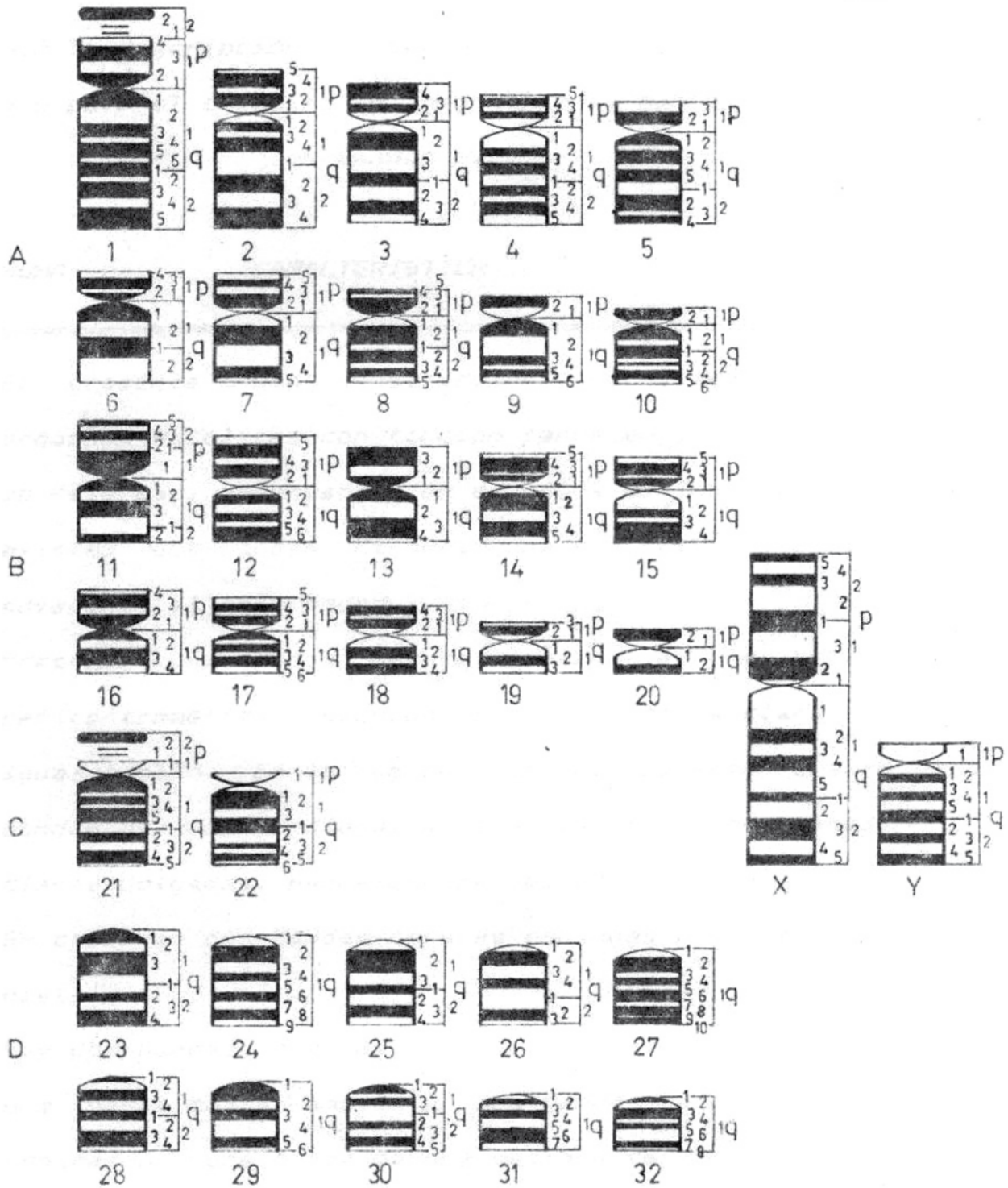


Figura 5. Idiograma ilustrando los patrones de bandas G (GTG) chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana con un nivel de resolución de aproximadamente 300 bandas.

Bandas R (RBG). En la Figura 6 mostramos la disposición de las bandas R indicando la ubicación de la eucromatina. Observamos bien definidas las regiones teloméricas de los cromosomas números 1, 2, 4, 5, 6, 13, 19, y 28.

Se ha observado que los cromosomas X de Tipo Duplicado de mamíferos están compuestos principalmente de heterocromatina aunque conservan una porción de eucromatina que tiene un tamaño similar a un cromosoma X de Tipo Original (Ohno *et al.* 1964, Wurster *et al.* 1971). En las láminas tratadas con la técnica de replicación tardía para bandas R (RBG) (Pai, & Thomas 1980), pudimos observar las bandas de replicación tardía del cromosoma X (X inactivo) en las hembras, excepto en dos regiones: la parte central del brazo corto y la porción distal del brazo largo. El otro cromosoma X de la hembra así como el del macho (X activo) mostró su patrón de bandeo R.

En el cromosoma Y observamos una banda amplia oscura en la región pericentromérica y tres bandas oscuras de tamaño medio en las regiones central y distal de su brazo largo. No es raro encontrar en mamíferos placentarios con cromosomas X de Tipo Duplicado, un cromosoma Y de naturaleza eucromática, ya que también se ha reportado en especies como *Mesocricetus brandti* (hámster de Azarbaijan) y *Dolichotis patagonum* (mará), entre otras (Figura 6). De igual modo, presentamos el idiograma del chigüiro con bandas R (RBG) con 147 bandas positivas (Figura 7).

Bandas C (CBG). La heterocromatina constitutiva la pudimos observar en la región pericentromérica de todos los autosomas y de los cromosomas sexuales de la población estudiada (Figura 8). Además observamos que los satélites, citados previamente,

tanto en el cromosoma 1 como en uno de los cromosomas 21, mostraron una coloración oscura, evidenciando su composición (Figura 3). Analizamos 17 metafases con bandas C de 9 animales (5 hembras y 4 machos) de *H. hydrochaeris*, y no detectamos polimorfismo de bandas C.

Las bandas C positivas de menor tamaño se encontraron localizadas en la región pericentromérica de los cromosomas 10, 12, 19, 20, 23 y 25. Cabe destacar que el cromosoma Y presenta una banda C pericentromérica tenue. El idiograma de bandas C lo presentamos en la Figura 9.

Bandas NOR (NOR-GTG). El patrón de bandeo Ag-NOR selecciona solamente los sitios de NORs activos. Se ha demostrado que este patrón de cromosomas acrocéntricos es consistente dentro de un individuo y es heredable, pero puede variar entre individuos no relacionados. En líneas celulares de ratón (*Mus musculus*) se ha podido observar que las translocaciones robertsonianas son más frecuentes entre cromosomas que contienen NOR que entre otros (Verma & Babu 1989).

En este trabajo el 80% de las células analizadas mostraron coloración NOR positiva a nivel de la región telomérica del brazo corto (p) del cromosoma 1, (submetacéntrico de mayor tamaño del genoma del chigüiro; Figura 10). Este hallazgo coincide con el registro de Mariano *et al.*, (1983), quienes también localizaron la región NOR en el autosoma más grande. No observamos variación en la posición ni en el tamaño de las NORs en 36 metafases de 11 chigüiros estudiados (seis hembras y cinco machos).

Finalmente podemos concluir que para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana se encontró un número diploi-

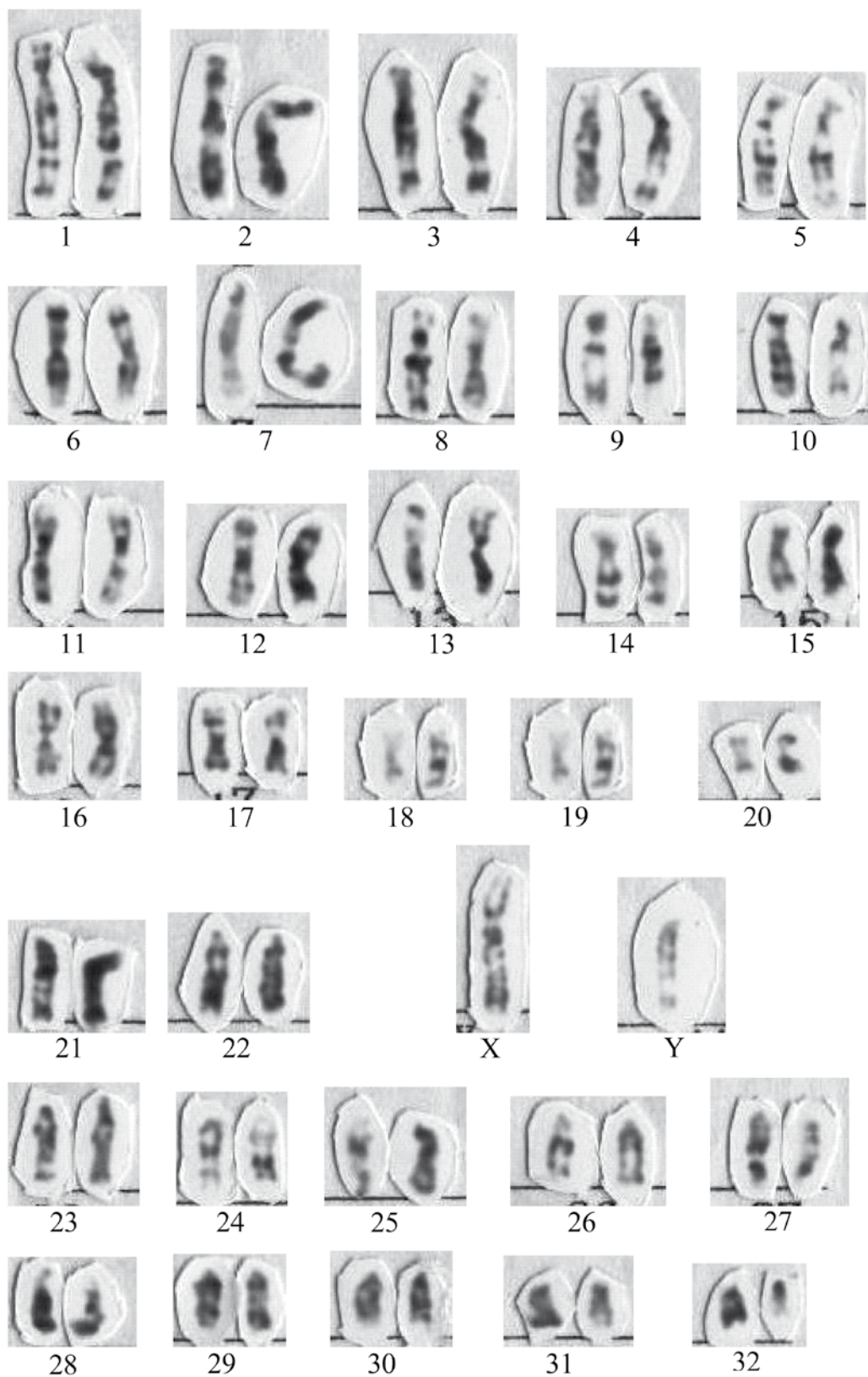


Figura 6. Cariotipo de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) macho de la Orinoquía colombiana con bandas R (RBG) de replicación tardía. 2900 X.

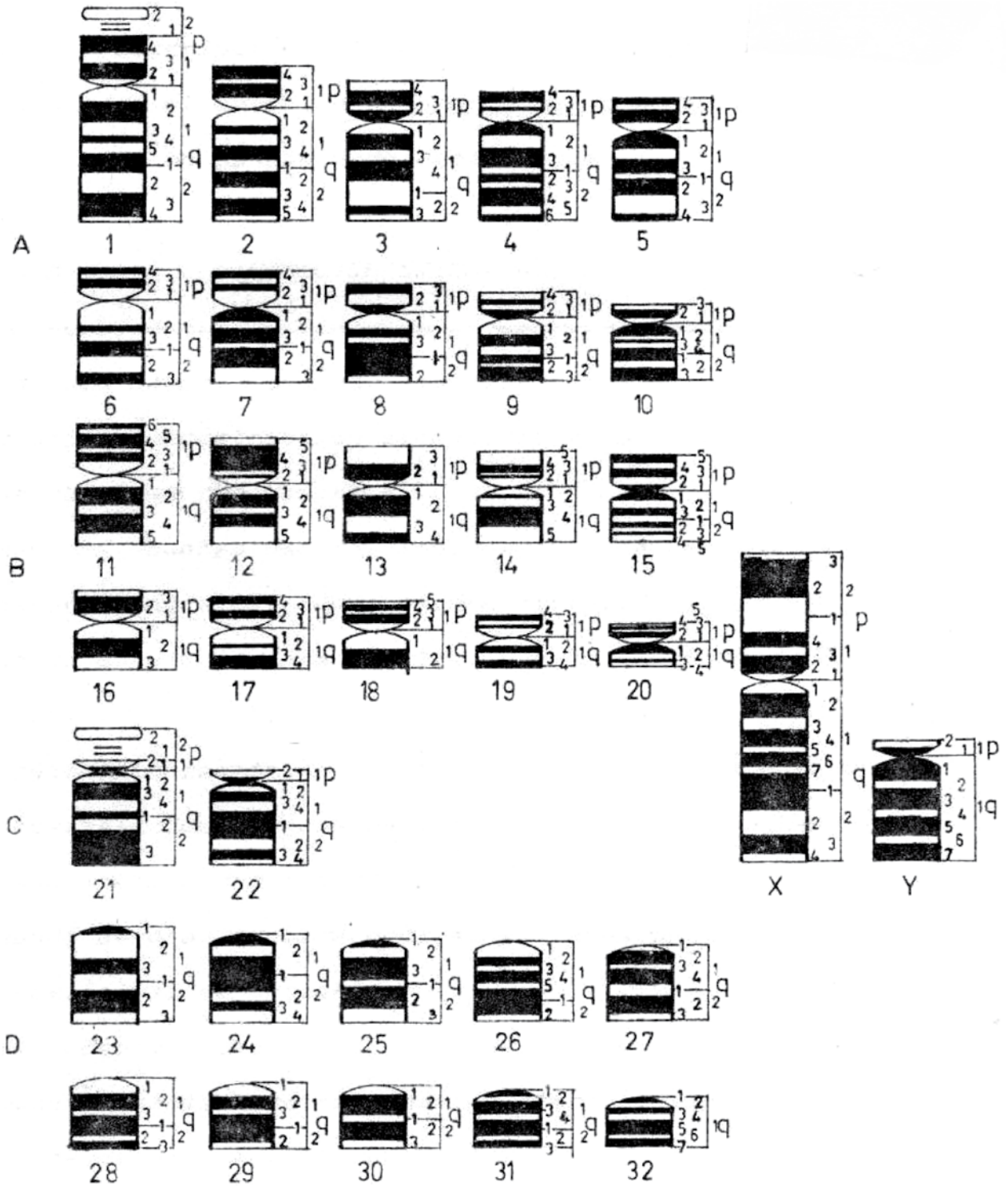


Figura 7. Idiograma ilustrando los patrones de bandas R (RBG) de replicación tardía chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana con un nivel de resolución de aproximadamente 300 bandas.

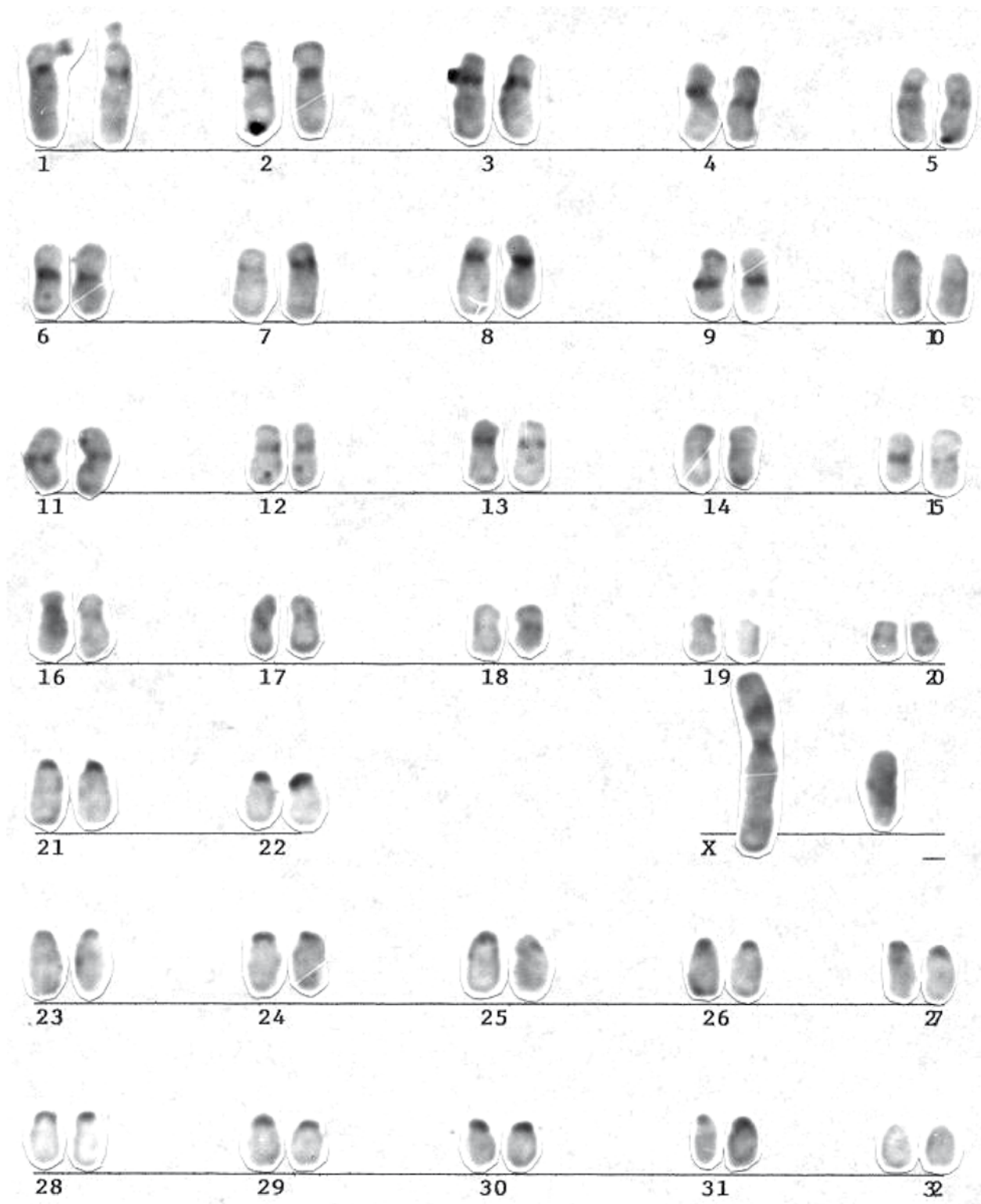


Figura 8. Cariotipo de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) macho de la Orinoquía colombiana con bandas C (CBG). 2900 X.

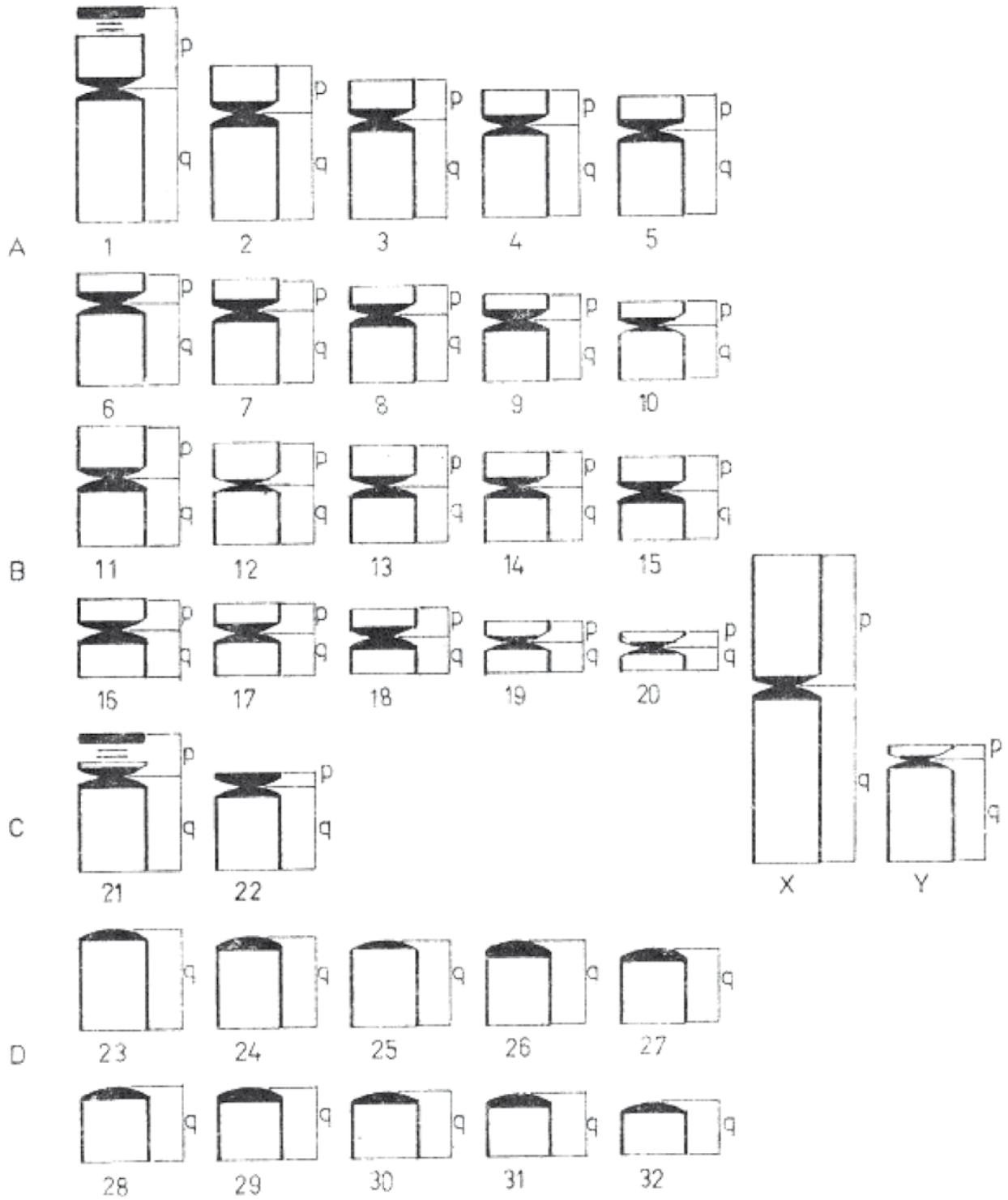


Figura 9. Idiograma ilustrando los patrones de bandas C (CBG) chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana. 2900 X.

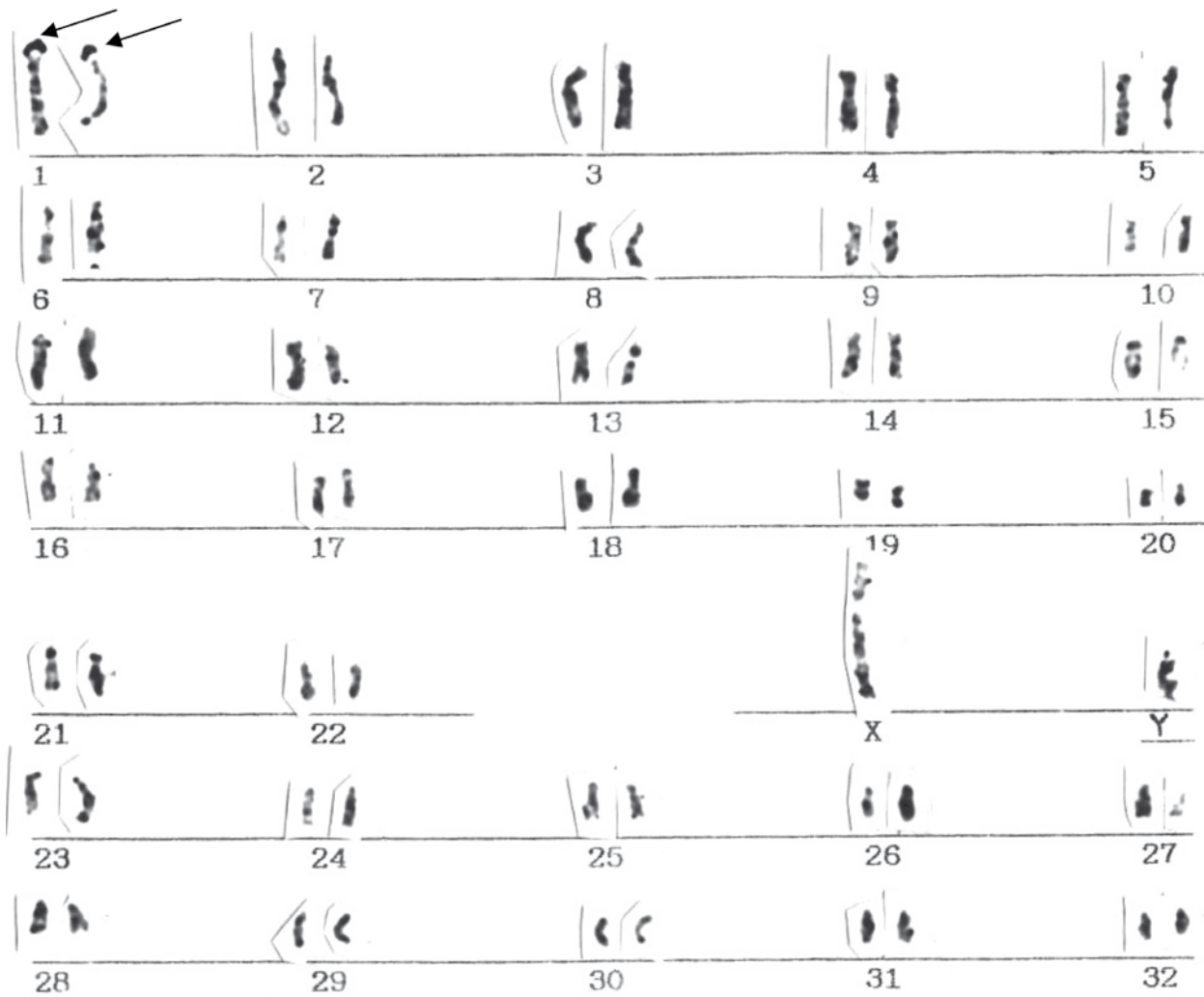


Figura 10. Cariotipo de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) hembra de la Orinoquía colombiana con bandas NOR-GTG. Las flechas muestran los sitios NOR activos en el brazo corto (p) del cromosoma 1. 2900 X.

de de $2n = 66$ y un $NF = 108$. Además proponemos el siguiente arreglo cromosómico para el chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana: Grupo A - 10 pares de autosomas submetacéntricos grandes, Grupo B - 10 pares de autosomas metacéntricos medianos, Grupo C - 2 pares de autosomas acrocéntricos y el cromosoma Y y el Grupo D - 10 pares de autosomas telocéntricos. Los cromosomas sexuales son un

par heteromórfico bien definido. El cromosoma X de Tipo duplicado es metacéntrico y el cromosoma Y es acrocéntrico.

El cromosoma 1 es el autosoma de mayor tamaño y presenta constricciones secundarias y satélites en sus brazos cortos (p). El cromosoma 21, el autosoma acrocéntrico más grande, también presentó satélites en el brazo corto (p), pero siempre en forma heterocigota.

Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios de análisis cromosómico involucrando además chigüiros de otras subespecies *uruguayensis*, *da-benii* e *isthmius*.

Es indispensable llevar a cabo estudios cromosómicos que contribuyan a un mejor conocimiento de nuestros animales sil-

vestres, lo cual, puede a su vez redundar en un más eficiente aprovechamiento del potencial productivo de aquellas especies animales que comienzan a ser tenidas en cuenta como posibles fuentes alternativas de proteína animal y en programas de manejo y conservación de animales silvestres neotropicales.

Agradecimientos

Al Dr. Jaime A. Umaña A. M.V., M.Sc. (q.e.p.d.), profesor de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Al Dr. Daniel Abadía Rueda, M.V.Z., M.Sc., Ph.D. Profesor Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. A los colaboradores en la toma de muestras: Dr. Fernando Nassar Montoya, M.V., Zoológico Parque Jaime Duque; Dr. Tulio Montenegro Silva, M.V.Z., Universidad Tecnológica de los Llanos, Sección Granjas y Especies Silvestres; Dr. Jesus Ortiz Peña, M.V.Z., Centro Agropecuario "El Hachón" SENA. Villavicencio; Dr. Oswaldo Guarín, M.V., Zoológico Santa Cruz. Dr. Ivan Rubiano Vanegas, M.V. y la Sra. Luz Marina Cabrera, Zoológico Hotel Centro de Convenciones "El Paraíso". A la Dra. Sanae Kasahara, investigadora del Instituto de Bociencias de Rioclaro, Universidad Estadual Paulista, Brasil; a Nadir Brum-Zorrilla, investigadora del Instituto de Investigaciones Biológicas "Clemente Estable", Uruguay; a Marisol Aguilera Universidad Simón Bolívar, Departamento de Estudios Ambientales, Caracas, Venezuela; por sus valiosos aportes en la revisión bibliográfica.

Literatura Citada

- Babu, K. A. & Verma, R. S. 1985. Structural and functional aspects of Nucleolar Organizer Regions (NORs) of human chromosomes. *International Review of Cytology* 94:151-171.
- Fernández, A., S. González & N. Brum-Zorrilla. 1992. Estudio del genoma y variación geográfica en poblaciones de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochoeridae). Pp.90, en *Resúmenes del Ier. Congreso Latinoamericano de Teriología*. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- Howell, W. M. 1980. Controlled silver staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: A 1-step method. *Experientia* 36(8):1014-1015.
- Howell, W. M. & D. A. Black. 1978. A rapid technique for producing silver-staining nucleolus organizer regions and Trypsin-Giemsa bands on human chromosomes. *Human Genetics* 43:53-56.
- Howell, W.M, T. E. Denton & J. R. Diamond. 1975. Differential staining of satellite region of human acrocentric chromosomes. *Experientia* 31:260-262.
- ISCN. 1978. An international system for human cytogenetic nomenclature. Birth defects: Original Article Series. Vol. IX, 8. The National Foundation. New York.
- ISCNDA. 1989: 1990 International system for cytogenetic nomenclature of domestic animals. The Second International Conference on Standardization of Domestic Animals Karyotypes.
- Kasahara, S. & Y. Yonenaga-Yassuda. 1984. A progress report of cytogenetic data on brazilian rodents. *Revista Brasileira de Genética* 7(3):509-533.

- León, C. A. 1974. Zoonimia y distribución geográfica del chigüiro en Colombia. Pp. 1-9, en *Primer simposio internacional sobre chigüiro y babililla*. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables-INDERENA, Bogotá.
- Levan, A., K. Fredga & A. A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* 52:201-220.
- Maldonado-Chaparro, A., L. M. Bernal-Parra, G. Forero & M. Ruiz-García. 2011. Estructura genética de un grupo de capibaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* (Rodentia: Hydrochoeridae) en los Llanos orientales colombianos. *Revista Biología Tropical* 59(4):1777-1793.
- Mariano, J. S., I. Ferrari & A. Silvio Dos Santos. 1983. Estudos citogenéticos em preparações obtidas de cultura de linfócitos nos gêneros *Hydrochoerus* e *Cavia* (Rodentia: Mammalia). *Ciência y Cultura* 35:656.
- Moorhead, P. S., P. C. Nowell, J. W. Mellman, D. M. Battips & D. A. Hungerford. 1960. Chromosome preparations of leucocytes cultured from human peripheral blood. *Experimental Cell Research* 20:613-616.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1997. Explotación humana de capibaras. Pp. 283-301, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura. México.
- Ohno, S., Becak, W. & H. L. Becak. 1964. X autosome ratio and the behavior pattern of individual X chromosomes in placental mammals. *Chromosoma* 15:14 - 30.
- Otero de la Espriella, R. 1972. Proyecto zocriadero de chigüiros en la granja ICA-Carimagua. INDERENA.
- Otero de la Espriella, R. 1973. El chigüiro como recurso económico y alimenticio. *Temas de Orientación Agropecuaria* 99:61-68.
- Pai, G. S. & G. H. Thomas. 1980. A new R-banding technique in clinical cytogenetics. *Human Genetic* 54:41-45.
- Peceno, M. C. 1983. Estudio citogenético y genético - evolutivo del "chigüire", género *Hydrochoerus*. Trabajo de grado. Licenciatura en Biología, Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela.
- Ronne, M. 1990. Chromosome preparation and high resolution banding. Review. *In vivo* 4:337-366.
- Sáez, F. A., M. E. Drets & N. Brum-Zorrilla. 1971. Karyotypes of the "carpincho" *H. hydrochaeris uruguayensis* (Rodentia, Hydrochaeridae). *Experiencia* 27(5):584-585.
- Sáez, F. A., M. E. Drets, & N. Brum-Zorrilla. 1973. Cromosomas somáticos y meióticos del carpincho (*H. hydrochaeris*) (Rodentia: Hydrochoeridae), en *V Conferencia Latinoamericana de Zoología*. Octubre 18 - 23. Montevideo. Uruguay.
- Sumner, A. T. 1972. A simple technique for demonstrate centromeric heterochromatin. *Experimental Cell Research* 75:304-306.
- Tuck-Muller, C. M. 1984. NOR associations with heterochromatin. *Cytogenet Cell Genet* 38:165-170.
- Verma, R. S. & A. Babu. 1989. Human chromosomes. Manual of basic techniques. Pergamon Press. New York.
- Villegas, R. G. & J. A. Granados B. 1982. Anatomía macro y microscópica de los órganos genitales del chigüiro hembra (*H. hydrochaeris*) Tesis Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Würster, D. H., J. R. Snapper & K. Benirschke. 1971. Unusually large sex chromosomes: New methods of measuring and description of karyotypes of six rodents (*Myomorpha* and *Hystricomorpha*) and one lagomorph (*Ochotonidae*). *Cytogenetics* 10(3):153-176.

Anexo A.

Protocolo para la técnica de cultivo de linfocitos de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana.

I. MÉTODO

No. Frascos	Medio de cultivo RPMI-1640	Mitógeno Fitohemaglutinina-P	Suero Suero Fetal Bovino	Sangre entera	Tiempo de incubación
4	5 ml	0.3 ml	1 ml	0.8 ml	72 horas

Temperatura de incubación: 37.5° C.

Colchicina: - 0.15 ml de una solución al 0.016 %. Tiempo: 2 horas previas a la cosecha.

Hipotónica: - Solución hipotónica de KCl 0.075 M. Tiempo: 30 minutos.

Prefijación: - Agregar una vez cumplido el tiempo de hipotónica ocho gotas de solución fijadora Carnoy 3:1 (Metanol:ácido acético), homogenizar y centrifugar.

II. LÁMINAS ANALIZADAS

Bandas	Animales	Metafasas/Lámina	Fotografía	Cariotipo-biometría
Giemsa	20	20	48	18
CBG	9	20	17	5
GTG	13	20	48	11
RBG	4	20	14	3
NOR-GTG	11	30	36	20

Nota: Se gotearon en promedio 10 láminas por frasco de cultivo.

III. ANÁLISIS DE LÁMINAS

Campo	CNT	CT	M	Total
1	83	82	24	189
2	28	77	37	142
3	78	86	22	186
4	93	79	20	192
5	47	87	22	156
6	65	83	20	168

Campo	CNT	CT	M	Total
7	94	85	24	203
8	123	86	24	233
9	78	79	21	178
10	94	91	19	204
Total	783	835	233	1851

*Convenciones: CNT = Células no transformadas. CT = Células transformadas M = Metafasas

Índice Mitótico: 12.58 % Eficiencia del Mitógeno: 57.69 %

IV. FOTOGRAFÍA

- ISO: 8, Lectura: Tiempo de exposición: 20 - 60 segundos, Intensidad de luz: 4.5 a 7, Filtro: Verde Claro - V233 (Green-yellow)

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El éxito obtenido en el cultivo de linfocitos de chigüiro de la Orinoquía colombiana se debe en gran medida, a la asepsia observada desde el momento de la colección de las muestras hasta el momento de su cosecha. Las concentraciones y tiempos precisos para la aplicación de los diferentes reactivos utilizados tanto en el cultivo como en la cosecha constituyen el otro factor determinante en la realización de la técnica citogenética en el chigüiro.

VI. CONCLUSIONES

Se propone el anterior protocolo para el cultivo de linfocitos de chigüiro (*H. hydrochaeris*) de la Orinoquía colombiana como el procedimiento óptimo para las condiciones propias del Laboratorio de Citogenética Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Caracterización genética de poblaciones silvestres de chigüiro en el Casanare

Carolina Correa Ospina, Luis Fernando García Pinzón

Grupo de Genética Evolutiva y Sistemática Molecular. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*, el roedor más grande del mundo, ha sido víctima de procesos de cacería extensiva y pérdida de hábitat en las sabanas inundables de los llanos orientales colombianos. Hemos investigado la diversidad genética y la estructura poblacional de chigüiros en el departamento de Casanare, Colombia, mediante el análisis de 530 pares de bases (pb) de la región control (CR) del ADN mitocondrial. Los chigüiros muestran niveles moderados y bajos de diversidad, debidos en parte a la poca extensión del territorio muestreado. No encontramos estructura poblacional, aunque existe una muy leve diferenciación genética entre poblaciones separadas por el río Meta. Aunque las translocaciones son genéticamente viables, las estrategias de conservación del chigüiro deberían basarse principalmente en el mantenimiento del flujo génico en toda la extensión del territorio de Casanare.

Palabras claves: Chigüiro, diversidad genética, estructura poblacional, ADN mitocondrial, flujo genético.

Abstract

*The capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris* the largest rodent in the world has been threatened by extensive hunting and loss of habitat in the Colombian Llanos. We have investigated the genetic diversity and the population structure of capybara in Casanare, Colombia, by using 530 base pairs (pb) of the mt DNA Control Region (mtADN). The Capybara shows moderate to low levels of diversity, given partially by the scarce extension of land surveyed. We did not find geographic structure in the populations; nevertheless, a very low differentiation exists between populations separated by the Meta River. Although translocations are genetically viable, the conservation strategies of capybara should be based mainly in the maintaining of genetic flow in all Casanare Department.*

Key words: *Capybara, genetic diversity, population structure, mtDNA, genetic flow.*

Introducción

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), también conocido como capibara o carpincho es un mamífero autóctono de Suramérica, común en las sabanas inundables de Venezuela y Colombia. Es considerado el roedor vivo más grande del mundo (un ejemplar adulto puede pesar hasta 50 Kg) y pertenece al grupo Hystichomorpha, en el cual se destacan también los ñeques, *Dasyprocta* y los tuco-tucos *Ctenomys* (Herrera 1999). Vive en manadas compuestas por individuos de todas las edades y utiliza varios hábitats cercanos a cuerpos de agua para bañarse, refugiarse de sus depredadores, beber y reproducirse. Las manadas son territoriales y ocupan un área que oscila entre 5 y 16 ha (Aldana *et al.* 2002). El chigüiro es la especie más abundante de mamíferos herbívoros en los ecosistemas de sabanas inundables y es considerada una especie insignia o símbolo de la Orinoquía por ser un animal autóctono de la región (UNAL & CORPORINOQUIA 2006).

El chigüiro ha sido fuente de alimento para distintas comunidades indígenas y campesinas de Latinoamérica. El elevado potencial de reproducción (cuatro crías por camada por año), el alto rendimiento en la producción de carne y la utilidad de su piel la hace una especie con perspectivas para su aprovechamiento comercial. Aunque en Colombia no hay una amplia tradición de su consumo, ha existido y aún existe una sobreexplotación comercial de las poblaciones silvestres en la Orinoquía para abastecer los mercados venezolanos, lo cual ha acelerado la extinción local de algunas poblaciones (Mesa 2005).

Además de la caza furtiva, la falta de control por parte de las autoridades ambientales, la transformación de las sabanas inundables,

los asentamientos de complejos petroleros e incluso el conflicto armado constituyen amenazas importantes a la supervivencia de las poblaciones (Mesa 2005; UNAL & CORPORINOQUIA 2006). Uno de los golpes documentados más fuertes a las poblaciones se presentó en el año 2000 en los municipios de Hato Corozal y Paz de Ariporo de donde fueron extraídos mediante caza comercial ilegal alrededor de 10 000 chigüiros para ser exportados a Venezuela. Este hecho suscitó que las autoridades ambientales fomentaran la investigación de la especie en estos municipios con el fin de recuperar las poblaciones perturbadas (Mesa 2005).

El estado actual de conservación de las poblaciones de chigüiros en la Orinoquía colombiana varía considerablemente entre los distintos departamentos. Las poblaciones de Vichada son pequeñas y están bastante dispersas, de forma similar a lo que ocurre en el Meta. En Arauca se han estimado densidades más altas, pero las poblaciones han disminuido considerablemente producto de la fuerte presión de la caza furtiva. En contraste con la situación de los departamentos mencionados, el Casanare cuenta con las poblaciones de chigüiros más grandes y distribuidas principalmente en los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal, Trinidad, San Luis de Palenque y Orocué (ICN 2002).

Ante el escenario que se presenta actualmente en la Orinoquía y específicamente en el departamento del Casanare, es necesario plantear y establecer programas adecuados de manejo y monitoreo de las poblaciones de chigüiro, orientados hacia su uso sostenible y conservación (Mesa 2005). Para es-

tablecer una estrategia de manejo adecuada manipulando las poblaciones o sus hábitat (Meine 1997 citado en Mesa 2005) es necesario conocer el estado, la estructura y dinámica de la población relacionadas con las condiciones del hábitat y a la intensidad de la explotación (Mesa 2005).

En biología de la conservación y manejo de vida silvestre, los efectos de la fragmentación en la estructura genética de las poblaciones y su viabilidad son un aspecto de gran preocupación (Scribner *et al.* 2005). En Venezuela se han llevado a cabo estudios que muestran como la presión de caza afecta de estructura genética de las poblaciones. Allí, donde hay una amplia tradición de consumo y manejo del chigüiro, se ha establecido un programa conjunto de aprovechamiento y conservación de la especie en el cual los dueños de hatos conservan las poblaciones y las aprovechan mediante una cuota global de extracción (Herrera 1999). Uno de los mayores problemas de este sistema es que las poblaciones fuera de estos hatos han sido diezgadas de forma importante por cacería furtiva. Perdomo (2005) haciendo una caracterización genética de la especie usando secuencias de mtADN como marcador molecular, encontró una fuerte estructura poblacional debida a la distribución de las poblaciones dentro de hatos (y no por distancias geográficas). Estos resultados son evidencia que la presión de cacería puede constituir una barrera importante al flujo génico y contribuye con la fragmentación de las poblaciones y al deterioro de la diversidad genética de la especie.

Por otro lado, las presiones históricas sobre las poblaciones de chigüiro que comenzaron probablemente en el período colonial con la introducción de ganado por los misioneros (Mesa 2005; UNAL & CORPORINOQUIA

2006) y se acentuaron con la exportación ilegal de carne de chigüiro colombiana hacia Venezuela, posiblemente hayan tenido un efecto importante en la diversidad genética de la especie. Se encontró una diversidad genética muy baja (Perdomo 2005), aún dentro de los hatos venezolanos donde las poblaciones son grandes y sanas (Herrera 1999).

Debido a esta situación, se hace necesario generar estrategias que permitan diagnosticar el estado de las poblaciones afectadas y su viabilidad a largo plazo con el fin de proponer planes para la recuperación de poblaciones locales que se encuentren amenazadas (Aldana *et al.* 2002, Mesa 2005). Es conveniente el uso de la genética de la conservación como una herramienta para estimar el riesgo de supervivencia de las poblaciones por problemas asociados a variabilidad genética y proponer o apoyar estrategias de manejo como reintroducciones o translocaciones (Smith & Wayne 1996, Frankham *et al.* 2003).

Actualmente, el desarrollo de técnicas de biología molecular (particularmente el uso de marcadores moleculares) ha suscitado su uso como una herramienta rápida y eficiente en el diagnóstico del estado de conservación de las especies y poblaciones (Scribner *et al.* 2005). Este campo, denominado genética de la conservación, se ocupa de los factores genéticos que tienen que ver con el riesgo de extinción de un grupo de estudio y el manejo genético requerido para minimizar tal riesgo (Frankham *et al.* 2003).

Uno de los marcadores más utilizados es el ADN mitocondrial (mtADN), que en vertebrados es una molécula de ADN circular de doble cadena con un tamaño que oscila entre 15 000 y 20 000 pares de bases y es heredado vía materna sin recombinación

(Brown 1985). Es reconocido como la parte del genoma animal más estudiada y exhibe una tasa evolutiva 5 a 10 veces mayor a la de un gen nuclear (Smith & Wayne 1996). De todo el mtADN, la Región Control (CR) o D-loop o centro de origen de la replicación es la secuencia que evoluciona más rápidamente en la mayoría de los mamíferos. El análisis de esta región permite la identificación de haplotipos, refleja la historia demográfica (Barrat *et al.* 1999, Hirota *et al.* 2004) y evolutiva de los individuos estudiados y puede ser usada para discriminar entre individuos cercanamente relacionados

(Barrat *et al.* 1999). Es también útil para determinar diversidad genética, estructuración y flujo génico.

En el presente artículo presentamos los resultados de la caracterización genética de poblaciones de chigüiro en el departamento de Casanare evidenciado en el poliformismo observado en la región mitocondrial del D-loop. Así mismo, enfatizamos en la importancia de la diversidad genética en la supervivencia de las poblaciones y la relevancia de la genética de la conservación en su evaluación y manejo.

Métodos

Entre octubre de 2005 y julio de 2006 colectamos 86 muestras en hatos de cuatro diferentes municipios del departamento de Casanare: Paz de Ariporo (Hato La Victoria, n=37; Hato Miramar, n=15), Hato Corozal (Hato La Veremos, n= 6), Orocué (Hato San Pablo, n=15) y Trinidad (Hato El Carmen, n=12). Tomamos muestras de sangre y pelo, procurando el mínimo daño a los individuos, liberándolos posteriormente. Las muestras de sangre (aprox. 1.5 ml) las almacenamos en tubos con anticoagulante EDTA. En algunos casos pudimos obtener muestras de hígado, que conservamos en etanol al 70 %, aprovechando el sacrificio de algunos individuos para consumo en el hato.

Obtuvimos ADN genómico total con el kit DNeasy tissue de QIAGEN®. Posterior a una lisis, el kit emplea una membrana de silicagel que tras múltiples lavados retiene el ADN y permite desechar el resto de componentes celulares. Posteriormente un buffer de elusión hace que el ADN se

separe de la membrana y pueda ser suspendido en una solución. Visualizamos el ADN por electroforesis en gel de agarosa al 1 % con Bromuro de Etidio bajo luz ultravioleta. Usamos dos cebadores (HV1-F: 5´ CCCACCATCAGTACCCA AAA -3´, HV1-R: 5´ CGAGATGTCTTATTTAAGGGGAAC-3´) para la amplificación de la región hipervariable un fragmento aproximado de 530 pb de la región control (CR) o D-Loop del mtDNA y publicados previamente Perdomo (2005).

Las amplificaciones las llevamos a cabo en Ready-to-Go PCR beads de Amersham® agregando a la mezcla 1µl de cada *primer* a 10mm, 4 µl de ADN, completando el volumen a 25 µl con agua tipo I. Usamos un termociclador My Cyclor de Bio-Rad®, ejecutando el siguiente protocolo: Desnaturalización inicial de 5 min a 95 °C, 30-35 ciclos de desnaturalización (95 °C por 45s), alineamiento (63 °C por 45s) y extensión (72 °C por 1 min) y un tiempo de extensión final de 5 min a 72 °C.

Los productos de PCR los visualizamos en geles de agarosa en TBE al 1 %. Dependiendo de la calidad de las bandas, las amplificaciones las purificamos usando el kit GIBCO Concert™ Rapid PCR Purification System de Life Technologies. Los productos limpios de PCR los cuantificamos y enviamos para su secuenciación (Macrogen, Corea). En la mayoría de los casos secuenciamos el fragmento en ambas direcciones, usando los mismos *primers* que para la amplificación. Editamos las secuencias en Sequencher (Gene Codes, Ann Arbor, Michigan) para limpiar inconsistencias y eliminar inicio y final de secuencias. Realizamos los alineamientos con Clustal X version 2.0.10 (Larkin *et al.* 2007) usando los parámetros *default* del programa. Aunque la región amplificada es altamente variable y no codificante, no encontramos numerosas inserciones y deleciones por lo que no fue necesaria ninguna estrategia para mejorar el alineamiento.

Utilizamos los programas Arlequin (Excoffier *et al.* 2005) y GDA (Lewis & Zaykin 2001) para estimar parámetros de diversidad molecular como el número de sitios polimórficos, el número de transiciones y transversiones, la diversidad de nucleótidos (π) y de haplotipos (h), y genético poblacionales como heterocigocidad, y valores F_{st} con el fin de determinar si las poblaciones se encuentran estructuradas. Construimos redes de haplotipos con el programa MINSPNET, que de una forma cualitativa permitieron visualizar la distribución de los haplotipos en las poblaciones. Con el fin de definir grupos de poblaciones geográficamente homogéneas e identificar barreras genéticas entre tales grupos, aplicamos el análisis espacial de varianza molecular SAMOVA usando el programa SAMOVA versión 1.0 (Dupanloup *et al.* 2002). Hicimos las pruebas generando de uno a tres grupos con todas las poblaciones.

Exportamos los alineamientos de Clustal en formato NEXUS al programa PAUP (Swofford 2002) para determinar niveles de divergencia considerando o no modelos de evolución nucleotídica. Reconstruimos la filogenia de las poblaciones estudiadas mediante máxima parsimonia (MP), máxima verosimilitud (MV) e inferencia bayesiana (IB). Para MP y MV buscamos soporte a los diferentes clados mediante remuestreo no paramétrico de *bootstrap* (Felsenstein 1985). Para los análisis de MP hicimos búsquedas heurísticas eliminando los caracteres no informativos bajo el criterio de parsimonia, y con 100 adiciones simples con intercambio de ramas TBR (tree-bisection-reconnection) y retención de todos los árboles más parsimoniosos. Para el soporte de *bootstrap*, realizamos 1000 pseudoréplicas tanto para MP en PAUP como para MV en Garli GARLI 0.96 (Zwickl 2006). Para los análisis de MV buscamos el modelo de sustitución de nucleótidos que mejor se ajusta a los datos mediante el criterio de información Akaike en Jmodeltest (Posada 2008) y una búsqueda heurística similar al análisis de parsimonia.

Los análisis Bayesianos los realizamos en MrBayes (Huelsenbeck & Ronquist 2001) con un millón de iteraciones, muestreo cada 1000, para un total de 1000 muestras. Realizamos dos búsquedas según está implementado en MrBayes y vigilando la convergencia en Tracer del paquete Beast v1.4.7 (Drummond *et al.* 2007). Se uso un *burnin* de 250 (equivalente a 25 % de los árboles muestreados) para obtener un consenso en TreeAnnotator (del paquete Beast) y visualizamos en árbol en FigTree (del paquete Beast) para observar los valores de probabilidad posteriori de los diferentes nodos. En todos los casos se uso como grupo externo a *Cavia porcellus* publicada en Genebank (NC_000884).

Resultados

Obtuvimos un fragmento total de 530 pb de la región control del ADN mitocondrial en 53 individuos pertenecientes a cinco hatos de cuatro municipios de Casanare. La estabilidad en composición de bases se probó mediante una prueba chi-cuadrado en PAUP. Aunque como se esperaba por ser el centro de replicación de la mitocondria, la proporción de A y T fue mayor (A: 0.29437, C: 0.11150, G: 0.25519, T: 0.33894), la prueba no resultó significativa ($X^2 = 75.87$, $df=153$, $p=0.99$). La razón entre transiciones/transversiones estuvo entre 1.07 y 1.43 (promedio 1.28); por lo que los análisis filogenéticos los realizamos incluyendo todas las substituciones simultáneamente y sin peso diferencial para alguna en particular.

Los porcentajes de divergencia fueron muy bajos para todas las comparaciones (Tabla 1); incluso dentro de lo que se consideró una población (hatos dentro de cada municipio) fue frecuente encontrar individuos idénticos en la secuencia de esta región mitocondrial, probablemente por ser parte de

una misma manada lo que conlleva a alta consanguinidad. El menor valor reportado se dio para la comparación entre poblaciones de Trinidad y Hato Corozal con 0.55 %, y el mayor para la comparación entre las poblaciones de Miramar-Orocué (1.12 %). La diversidad de haplotipos h fue alta para las poblaciones de La Veremos del municipio de Hato Corozal, San Pablo del municipio de Orocué, Miramar del municipio de Paz de Ariporo; mientras que fue moderada para la población La Victoria del municipio de Paz de Ariporo; y baja para la población de El Carmen del municipio de Trinidad (Tabla 2). Encontramos una diversidad de nucleótidos (π) baja en toda la muestra y en la mayoría de las poblaciones, especialmente para la población de La Veremos del municipio de Hato Corozal. Por su parte, las poblaciones del municipio de Paz de Ariporo (Miramar y La Victoria) fueron las poblaciones con mayor π . En general, es posible decir que pocas substituciones de nucleótidos explican las diferencias entre individuos de cada población.

Tabla 1. Divergencias promedio (en porcentaje) por pares de poblaciones casanareñas de *Hydrochoerus hydrochaeris*. El hato de cada municipio se considera una población, excepto en el municipio Paz de Ariporo en donde se muestrearon dos hatos (2 poblaciones). Puesto que no hubo evidencia de saturación de nucleótidos y dados los bajos valores encontrados, las divergencias corresponden a diferencias absolutas sin corrección alguna con modelos de evolución nucleotídica.

	Paz de Ariporo La Victoria	Paz de Ariporo Miramar	Hato Corozal	Orocué	Trinidad
Paz de Ariporo La Victoria	-	1.04	0.68	1.02	0.72
Paz de Ariporo Miramar	-	-	0.93	1.12	0.95
Hato Corozal	-	-	-	0.68	0.55
Orocué	-	-	-	-	0.85
Trinidad	-	-	-	-	-

Tabla 2. Índices de diversidad molecular del fragmento de la CR para las poblaciones de chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en Casanare. Tamaño de muestra (**n**), diversidad de haplotipos (**h**), Diversidad Nucleotídica (**π**), sitios polimórficos (**sp**).

	n	h	π(%)	sp
La Victoria	14	0.7912	0.9150	28
Miramar	12	0.8788	1.1561	27
Trinidad	11	0.4909	0.6182	22
Orocué	11	0.8	0.6048	9
Hato Corozal	5	0.9	0.5200	6
Toda la muestra	53	0.8723	0.8928	26

Las poblaciones analizadas mostraron un total de 15 haplotipos en toda la muestra, que denominamos con letras mayúsculas, de la A a la O. Los diferentes haplotipos se explican por sustituciones en únicamente 31 posiciones de la región secuenciada (5.8 % del total). La red de haplotipos se muestra en la Figura 1, en esta es evidente que la distribución haplotípica no está relacionada con el origen geográfico de las muestras. Así, no hay haplotipos específicos para cada población y por el contrario muchos haplotipos son compartidos por individuos de varias poblaciones. Aunque hay haplotipos más frecuentes (A, B y C), también siete de los 15 haplotipos encontrados estaban presentes en sólo un individuo cada uno. La diversidad de haplotipos fue alta para las poblaciones de La Victoria y Miramar del municipio de Paz de Aripuro y la población de La Veremos del municipio de Hato Corozal, moderada para la población de San Pablo del municipio de Orocué y baja para la población de El Carmen del municipio de Trinidad.

En el análisis SAMOVA (Tabla 3) probamos varios niveles o “particiones” entre las poblaciones estudiadas; en este no fue evidente una posible estructura poblacional,

la mayor parte de la variación encontrada se explica dentro de poblaciones y no entre poblaciones, y el coeficiente de diferenciación fue bajo (0.1382) sugiriendo que las poblaciones colombianas son muy similares entre sí. Una de las particiones, que considera a Orocué como grupo diferente, indica que el 22.7 % de la variación dentro de las poblaciones colombianas es debida a las diferencias genéticas entre Orocué y las demás poblaciones. El análisis mostró además que la diferenciación genética entre las poblaciones de La Victoria, Miramar, Trinidad y Hato Corozal es muy pequeña (2.47 %).

Los análisis filogenéticos evidenciaron que sin importar el método de reconstrucción utilizado, ningún árbol mostró clusters específicos para las poblaciones estudiadas. En la Figura 2 se muestra la topología obtenida en un análisis de máxima parsimonia. Este análisis resultó en 24 árboles igualmente parsimoniosos (Longitud = 40 pasos, CI = 0.850, RI = 0.946). Sin embargo, las diferencias observadas correspondían a rearrreglos pequeños en los taxones terminales. Puesto que los clusters grandes y con buenos soportes siempre se mantuvieron, la figura muestra uno de los 24 árbo-

les seleccionado al azar, con los soportes de *bootstrap* (1000 replicas) de un análisis independiente. Los análisis de *bootstrap* con MV mostraron en general la misma topología y los valores de soporte se muestran en la misma figura en los nodos correspondientes. El análisis bayesiano también

mostró una topología muy similar a la de MP y MV, las probabilidades a posteriori se muestran en la misma figura para los nodos correspondientes. En este análisis, el criterio AIC de *jmodeltest* sugirió a HKY+I+G como el mejor modelo que se ajusta a los datos.

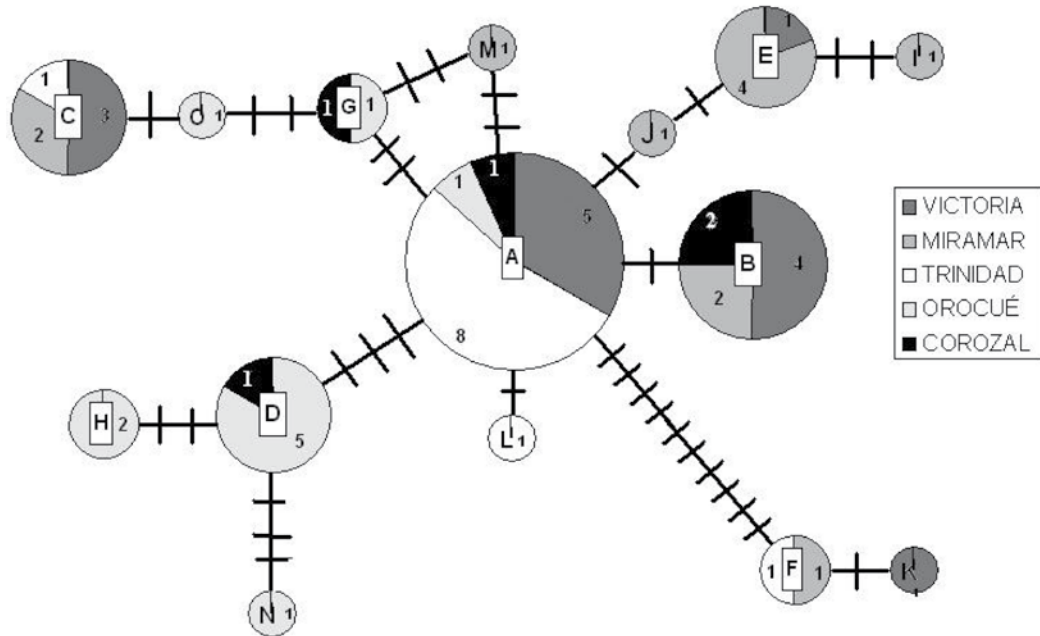


Figura 1. *Minimum Spanning Network* mostrando las relaciones entre los haplotipos de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* de Casanare. Cada círculo representa un haplotipo y las tonalidades indican las poblaciones a las que pertenecen los individuos. Cada línea corta es una sustitución nucleotídica entre haplotipos. Se indica también el número de individuos que presentan cada haplotipo.

Tabla 3. Estructura poblacional en poblaciones de chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en Casanare-Colombia. Se definieron diferentes agrupaciones y se realizó un análisis espacial de varianza molecular SAMOVA.

Particiones	Entre grupos	Entre poblaciones dentro de grupos	Dentro de poblaciones
(La Victoria, Miramar, Trinidad, Hato Corozal, Orocué)	NA	13.82*	86.18*
(La Victoria, Miramar, Trinidad, Hato Corozal) (Orocué)	22.72*	2.47*	74.81
(La Victoria, Trinidad, Hato Corozal) (Miramar) (Orocué)	21.96*	-3.34	81.38

Nota: Se indican los porcentajes de variación explicados por las agrupaciones. Los valores marcados con asterisco son significativos estadísticamente ($p < 0.01$).

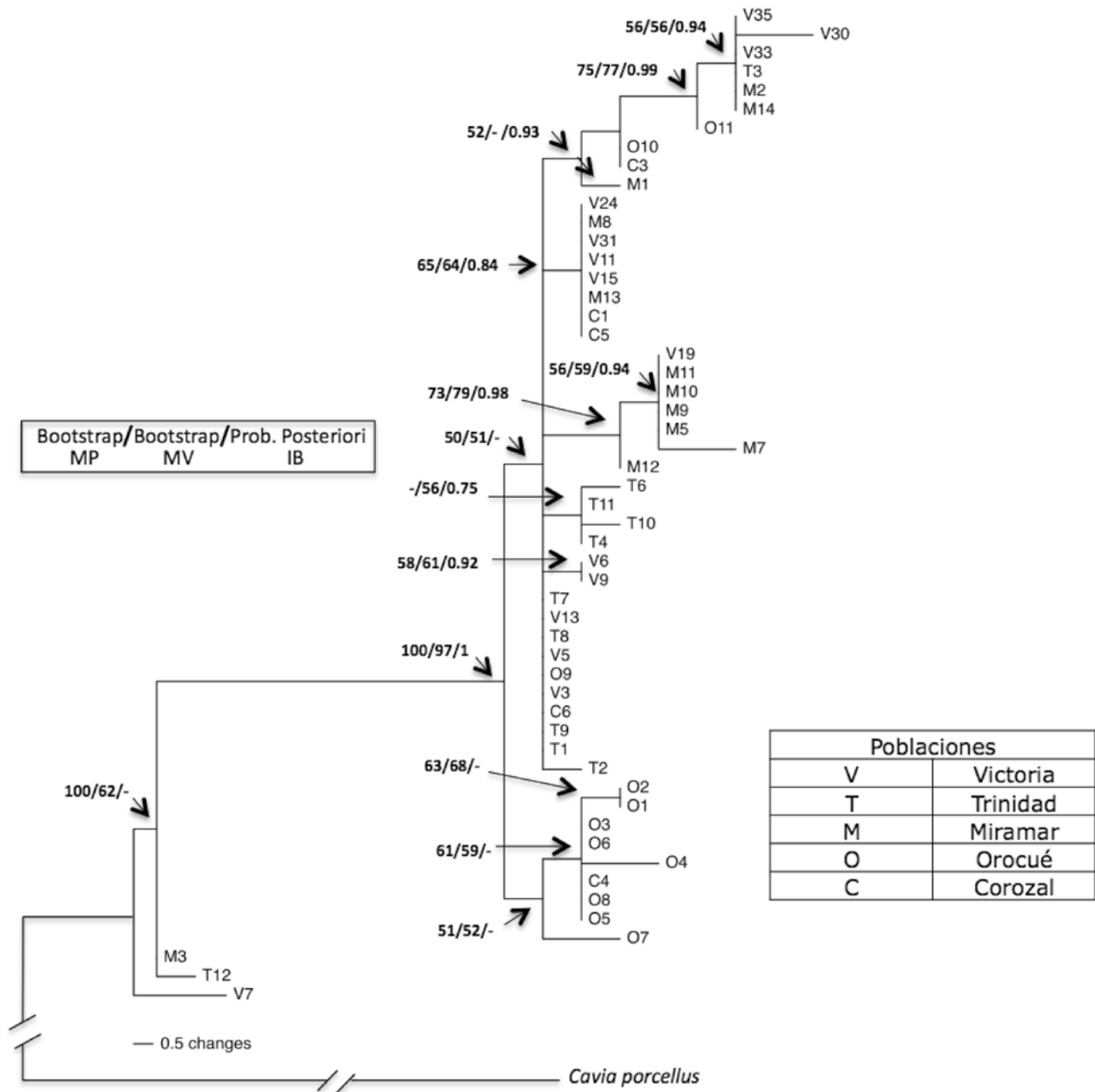


Figura 2. Relaciones evolutivas entre individuos de poblaciones de chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* del departamento de Casanare. El árbol corresponde a uno de los árboles fundamentales generado por análisis de máxima parsimonia (MP). La topología es muy similar a los análisis de máxima verosimilitud (MV) e inferencia bayesiana (IB). Los soportes en los nodos corresponden a los obtenidos por pseudoreplicas de *bootstrap* por MP y MV (1000 replicas en cada caso), y a las probabilidades a posteriori de IB. *Cavia porcellus* se utilizó como grupo externo. Un guión en la leyenda del soporte indica que para ese análisis no se alcanzó un *bootstrap* > 50 o una probabilidad a posteriori > 0.75

Es evidente que al igual que la red de haplotipos, la topología no muestra agrupaciones asociadas al origen geográfico de las muestras. Los soportes en los diferentes nodos, mediante tres métodos, son en general modestos aunque congruentes para los tres algoritmos de reconstrucción filogenética. Llama

la atención un cluster, formado por todos los individuos de Orocué y C4 un individuo de Hato Corozal quienes establecen un grupo relacionado con la mayoría de las muestras con 97 y 100 de soporte de *bootstrap* para MP y MV respectivamente y una probabilidad a posteriori de 1.

Discusión

Diversidad genética

La valoración de la diversidad genética de poblaciones animales es clave para establecer estrategias de conservación. Examinar los patrones de esa diversidad genética en poblaciones con algún tipo de vulnerabilidad como las del chigüiro en la Orinoquía colombiana debe ser un componente integral de lo que constituya sus planes de manejo. Una vez establecidos estos patrones de diversidad, es importante interpretar los procesos que pudieron haberlos originado. La variabilidad genética encontrada para las poblaciones de chigüiro de la Orinoquía colombiana, en un marcador conocido por su alta variabilidad como la región control, resultó ser relativamente baja. La diversidad genética de toda la muestra ($\pi = 0.89\%$), y de cada una de las poblaciones (1.15 % y 0.52 %) son bajas comparadas con estudios similares. Se han encontrado valores de diversidad comparables en poblaciones de mamíferos con cierto grado de erosión genética, por ejemplo, poblaciones gravemente amenazadas de visón europeo (0.12 % - 1.2 %; Michaux *et al.* 2005). No obstante, los datos de diversidad nucleotídica para especies amenazadas son estimados muestreando individuos en todo el rango de distribución de la especie y muchas veces, a escala continental; por lo que la

diversidad genética estimada para una población puede variar dependiendo del área que abarque el muestreo. En poblaciones de tejones euroasiáticos, el valor de π encontrado para las poblaciones japonesas (distribuidas en un área comparable a la considerada en el presente estudio) fue de 0.6 %, mientras el valor de π para la especie en toda Eurasia fue de 4.6 % (Marmi *et al.* 2006). Los chigüiros están ampliamente distribuidos en toda Sur América, al este de los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Argentina (Mones & Ojasti, 1986), por lo que las poblaciones casanareñas constituyen una parte muy limitada de la distribución, razón por la cual consideramos que en el presente estudio sólo detectamos una parte de la variabilidad total de la especie.

El valor de π en poblaciones casanareñas es similar al de otras poblaciones de mamíferos que no están amenazadas. Algunos ejemplos son los antílopes melados africanos (0-3.3 %; Alpers *et al.* 2004), los manatíes de la cuenca del Amazonas (0.25 %-0.75 %; Cantanhede *et al.* 2005), los delfines amazónicos (0.15 % - 0.75 %; Banguera-Hinestroza *et al.* 2002) entre otras especies. Aunque existen poblaciones naturales con diversidades mucho más altas que las anteriores, como por ejemplo, en el murciélago frugívoro *Cynopterus* en Malasia (Campbell

et al. 2006), en general los valores de diversidad para el chigüiro en Casanare son un orden de magnitud más alto que para especies en peligro de extinción, como es el caso de la nutria europea (0.06 %, Ferrando *et al.* 2004) o la nutria marina (0.09 %; Larson *et al.* 2002).

Por otro lado, existen diferencias en los valores de diversidad nucleotídica entre las poblaciones casanareñas. La diversidad de las poblaciones de Trinidad, Orocué y Hato Corozal es menor a la de las poblaciones de Paz de Ariporo (La Victoria y Miramar), sugiriendo un menor estado de conservación de las mismas. No obstante, el número de manadas muestreadas para la población de Orocué fue pequeño (solo 2) comparado con las muestreadas para el resto de las poblaciones (de 4 a 5). Este hecho, junto con las características de consanguinidad reportadas en las manadas de chigüiros (Herrera 1999), sugiere que el muestreo de Orocué pudo estar sesgado en comparación a las demás localidades, lo que podría representar una subestimación de la variabilidad.

Los valores bajos de diversidad genética de las poblaciones de Trinidad y Hato Corozal pueden reflejar procesos diferentes. En primer lugar, las poblaciones de Trinidad presentan una diversidad de haplotipos menor a las demás poblaciones. Este bajo valor de *h* se debe a un número reducido de haplotipos en la población o la presencia de haplotipos con una frecuencia más alta que los demás. Esto se observa en la red de haplotipos (Figura 1) donde ocho de los once individuos de Trinidad comparten el haplotipo A y el resto de los haplotipos están representadas sólo por un individuo. Diversidades de haplotipos bajas como las encontradas Trinidad o en poblaciones de otras especies (Alpers *et al.* 2004, Michaux

et al. 2005) pueden ser indicio de fenómenos de aislamiento y/o fragmentación, que aumentan la frecuencia de haplotipos y eventualmente, conllevan a su fijación. Este fenómeno se ha encontrado en poblaciones de roedores en los que la fragmentación de su hábitat ha generado poblaciones enteras con haplotipos únicos (Barrat *et al.* 1999). La fijación de haplotipos es un diagnóstico alarmante en genética de la conservación ya que la diversidad genética en tales casos es nula, y probablemente la supervivencia de las poblaciones se vea comprometida a futuro (Frankham 1995). En este caso las poblaciones del municipio de Trinidad podrán estar sufriendo algún tipo de aislamiento genético que tiende a fijar el haplotipo A, por lo cual debería permitirse el flujo genético entre las poblaciones de este municipio y los aledaños.

Por otro lado, la baja diversidad de nucleótidos encontrada para Hato Corozal, no se correlaciona con la alta diversidad de haplotipos para esta población. En ésta, los haplotipos tienen frecuencias similares, pero son muy parecidos entre sí (las diferencias entre los haplotipos están explicadas solo por seis sustituciones). La baja diversidad nucleotídica encontrada en Hato Corozal merece especial atención ya que, sumada con la baja densidad de individuos en la zona y el alto índice de enfermedad en estos (datos sin publicar) son indicios del riesgo que pueden estar corriendo esas poblaciones.

Un estudio similar a este se realizó para poblaciones venezolanas (Perdomo 2005). En éste se encontró una menor diversidad de nucleótidos a la de poblaciones colombianas ($\pi = 0.4\%$). El autor propuso que los bajos valores de diversidad genética se debían a la fragmentación de las pobla-

ciones venezolanas. Allí, los chigüiros son protegidos al interior de hatos donde se le aprovecha sustentablemente (Herrera 1999), no obstante, fuera de los hatos, la caza ilegal ha diezmando las poblaciones, lo que ha fragmentado la especie en Venezuela (Perdomo 2005). Este estudio evidencia la importancia de la conectividad de las poblaciones (flujo genético) ya que la fragmentación ha tenido efectos evidentes en su diversidad genética.

Estructura poblacional y filogenética

Los análisis filogenéticos y poblacionales muestran resultados concordantes. Primero, el alto número de haplotipos compartidos entre poblaciones dan evidencia de flujo genético entre todo el rango muestreado, a pesar de las distancias relativamente grandes que separan los municipios muestreados. Esto está soportado también por los bajos valores de divergencia entre poblaciones (distancias por pares). Segundo, los análisis filogenéticos muestran poca asociación entre las secuencias de los individuos y su origen geográfico (Figura 2), por último, el análisis de varianza molecular atribuye muy poca de la variación a las diferencias entre poblaciones.

En poblaciones con fuerte estructura filogeográfica como las de tejón eurasiático, se reportó la ausencia de haplotipos compartidos y diferencias por pares muy grandes entre poblaciones (38 % - 1.7 %; Marmi *et al.* 2006). En este estudio también se reportó que haplotipos se mezclan indiscriminadamente en los clusters de los árboles y que el 80 % de la variabilidad se explica a diferencias entre grupos. En este caso, barreras geográficas mantienen diferencias históricas que se remontan a los períodos glaciares. Algo similar se ha reportado en poblaciones de jaguar distribuidas desde Norteamérica a Suraméri-

ca, en las cuales de F_{st} promedio de 0.34 sugieren fuerte estructura geográfica y barreras geográficas importantes como el Darién y el río Amazonas (Eizirk *et al.* 2001). La escasa diferenciación entre las poblaciones colombianas de chigüiro puede explicarse por la cercanía geográfica y la ausencia de barreras entre ellas. La diferenciación que encontramos entre la población de Orocué y las demás en el análisis SAMOVA puede deberse al aislamiento por el río Meta. No obstante es necesario aumentar el rango geográfico del muestreo para determinar el efecto real de las barreras en el flujo genético de la especie.

Implicaciones en la conservación

El principal problema de la conservación de especies es si poblaciones con diversidad genética reducida pueden sobrevivir por períodos largos de tiempo. Estudios recientes en mamíferos silvestres, han demostrado que programas de conservación a corto plazo pueden ser exitosos aún si las poblaciones fundadoras tienen bajos niveles de diversidad genética, adicionalmente no se ha encontrado evidencia de disminución en el *fitness* de las mismas (Broders *et al.* 1999). Por otro lado, otros autores reconocen que, aunque a corto plazo la posibilidad de supervivencia depende de las presiones ambientales (enfermedades o destrucción de hábitat), la supervivencia a largo plazo está determinada en mayor medida en la diversidad genética. Se ha demostrado que las especies amenazadas con menor diversidad genética tienen mayor riesgo de extinción que aquellas con alta variabilidad (Frankham 1995, Frankman *et al.* 2003).

Las poblaciones de chigüiro colombianas están sometidas en diferente grado a efectos de fragmentación, cambio en la calidad de hábitat, enfermedades y caza extensiva; esto,

sumado a los niveles moderados a bajos de diversidad genética, muestra la importancia de mantener e incrementar esta diversidad y de conservar hábitats con el fin de asegurar la supervivencia de la especie a largo plazo. La diversidad genética de las poblaciones del norte de Casanare (Hato Corozal, La Victoria, Miramar y Trinidad) es similar a la encontrada en poblaciones de mamíferos objeto de conservación, pero mayor a la de especies en peligro de extinción. Probablemente la mejor estrategia para mantener e incluso aumentar la diversidad genética entre estas poblaciones es permitir el flujo de genes que ha existido históricamente en el departamento. El riesgo de impedir tal flujo se ve reflejado en el caso de Venezuela, donde la diferenciación de las poblaciones en los hatos ha demostrado tener un fuerte impacto en la diversidad (Perdomo 2005).

Por otro lado, aunque la diversidad en Hato Corozal es baja, consideramos que puede ser reestablecida si se permite el flujo genético natural con las poblaciones aledañas, dado que no existen barreras geográficas que impidan este intercambio genético. Aunque genéticamente una translocación es viable para restablecer la diversidad en Hato Corozal (translocaciones de chigüiros entre los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal y Trinidad no tendrían efectos deletéreo en los sitios receptores ya que se tratan de una misma población), algunos aspectos como la etología y la salud de las poblaciones pueden dificultar la ejecución de esta estrategia.

Los análisis de estructura genética muestran que la población de Orocué es moderadamente diferente a las del norte de Casanare, lo que puede deberse a la barrera al flujo genético que constituye el río Meta. Es necesario por tanto, hacer evaluaciones para estimar el grado de diferenciación ge-

nética entre poblaciones por barreras como esta, para lo cual deben incluirse individuos que representen áreas más extensas de la distribución de la especie en la Orinoquía colombiana y en el resto del área donde se distribuye la especie.

La caracterización genética de las poblaciones casanareñas realizada en nuestro estudio indica que la mejor estrategia para mantener la diversidad es permitir el flujo génico entre estas. Una translocación de individuos entre las poblaciones de Casanare probablemente no contribuya de forma significativa al aumento de la diversidad.

Es importante evaluar el estado de conservación de la especie en resto del país, dado que poblaciones de otros departamentos como el Meta o Arauca, han estado sometidas a presiones aún mayores que han generado extinciones locales. Para estas, la translocación podría ser una estrategia necesaria. El diagnóstico genético de tales poblaciones puede ayudar a generar estrategias de manejo que aseguren la supervivencia y el aprovechamiento de la especie a nivel nacional.

En el escenario de muestrear gran parte de la distribución de la especie, la posibilidad más alentadora sería encontrar altos niveles de diversidad genética entre y dentro de poblaciones, acompañada de una estructura genética débil. Este panorama indicaría que las poblaciones son genéticamente saludables y que no están siendo sometidas a fenómenos de fragmentación de hábitat. También sería indicio de que las poblaciones de chigüiros de la Orinoquía se comportan como metapoblaciones y deberían ser consideradas una sola unidad en planes de manejo, aprovechamiento y conservación. Esta posibilidad sin embargo puede

depender de forma importante de la biología y el comportamiento de la especie. El comportamiento reproductivo del chigüiro, que puede considerarse endogámico (Ver Herrera 1999) sumado al área limitada de dispersión de las manadas (Aldana *et al.* 2002) probablemente sean impedimentos para el flujo genético entre poblaciones distanciadas geográficamente.

Por una parte baja diversidad genética en las poblaciones podría ser evidencia de un decline reciente de estas poblaciones o bien, ser el resultado de un proceso histórico. Esto último solo podría ser detectado si se tuvieran especímenes (de museo) de hace varias décadas por ejemplo. En el caso del D-loop y teniendo en cuenta que se trata de poblaciones de mamíferos, bajos niveles de diversidad genética corresponderían a valores menores a 10 - 12 %, puesto que este es un gen de alta mutación, que en general a nivel intra específico muestra valores aproximados de 12 - 15 % y a nivel inter específico por lo menos de 8 - 10 %. Adicionalmente, la reconstrucción evolutiva de estas poblaciones no mostraría estructura alguna, sino una resolución limitada que incluiría a todas las poblaciones dentro de un mismo cluster.

Otro escenario posible es encontrar alta variabilidad genética y estructura geográfica fuerte. Las reconstrucciones evolutivas mostrarían clusters equivalentes a poblaciones y haplotipos bien diferenciados.

Esto sugeriría que las poblaciones no han sufrido substancialmente del efecto de caza extensiva, fragmentación de hábitat u otras presiones y que sus diferencias se deben a las distancias y barreras geográficas naturales. En este caso el grado de diferenciación genética determinaría si las poblaciones deben manejarse como unidades de conservación diferentes.

El peor escenario sería aquel en el que la diversidad genética de las poblaciones de chigüiro sea muy baja, lo que sugeriría entonces algún tipo de cuello de botella de naturaleza reciente. Las poblaciones entonces tendrían un reducido potencial evolutivo para responder a cambios ambientales fuertes, a enfermedades o a las presiones ocasionadas por el hombre como la caza extensiva y la intervención de su hábitat. Si además de una reducida diversidad dentro de poblaciones, se detecta fuerte estructura poblacional y dicha estructura no es explicada por las distancias geográficas entre las poblaciones, en este caso, la fragmentación y el aumento del aislamiento reproductivo son resultado de efectos antrópicos. Esto generaría la necesidad urgente de establecer esfuerzos de conservación y manejo encaminados a prevenir erosión genética adicional. Por ejemplo, una estrategia sería identificar poblaciones con variabilidad genética superior que pudiesen ser trasladadas a aquellos lugares de baja variabilidad genética con el fin de procurar incrementarla después de algunas generaciones.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio inter-administrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106 “Conservación y usos sostenible del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V” (2006), firmado entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Universidad Nacional de Colombia.

Literatura Citada

- Aldana, J., J. Forero, J. Betancur & J. Cavellier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris* Rodentia: Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458.
- Alpers, D. L., B. J. Van Vuuren, P. Arctander & T. J. Robinson. 2004. Population genetics of the roan antelope (*Hippotragus equinus*) with suggestions for conservation. *Molecular Ecology* 13:1771-1784.
- Barratt, E. M., J. Gurnell, G. Malarky, R. Deaville & M. W. Bruford. 1999. Genetic structure of fragmented populations of red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in the UK. *Molecular Ecology* 8:S55-S63
- Banguera-Hinestroza, E., H. Cardenas, M. Ruiz-García, M. Marmontel, N. Gaita, R. Vazquez, R. García-Vallejo R. 2002. Molecular identification of evolutionarily significant units in the Amazon River dolphin *Inia* sp. (Cetacea: Iniidae). *The Journal of Heredity*. American Genetic Association 93(5):312-322.
- Broders, H. G., S. P. Mahoney, W. A. Montevecchi & W. S. Davidson. 1999. Population genetic structure and the effect of founder events on the genetic variability of moose, *Alces alces*, in Canada. *Molecular Ecology* 8:1309-1315.
- Brown, W. L. 1985. The mitochondrial genome of animals. Pp.95-130, en R.J. MacIntyre (ed.). *Molecular Evolutionary Genetics*. Plenum Press, New York.
- Cantanhede, A. M., V. M. F. Da Silva, I. P. Farias, T. Hrbek, S. M. Lazzarini & J. Alves-Gomes. 2005. Phylogeography and population genetics of the endangered Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* Natterer, 1883 (Mammalia, Sirenia). *Molecular Ecology* 14:401-413
- Campbell, P., C. J. Schneider, A. M. Adnan, A. Zubaid & T. H. Kunz. 2006. Comparative population structure of *Cynopterus* fruit bats in peninsular Malaysia and southern Thailand. *Molecular Ecology* 15:29-47.
- Drummond, A. J. & A. Rambaut A. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evolutionary Biology* 7: 214.
- Dupanloup, I., S. Schneider & L. Excoffier. 2002. A simulated annealing approach to define the genetic structure of populations. *Molecular Ecology* 11(12):2571-2581.
- Eizirik, E., J. Kim, M. Menotti-Raymond, P. G. Crawshaw Jr., S. J. O'brien & W. E. Johnson. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology* 10:65-79.
- Excoffier, L., G. Laval & S. Schneider. 2005. Arlequin ver. 3.0: An integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online* 1:47-50.
- Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution* 38:783-791.
- Ferrando, A., M. Ponsà, J. Marmi & X. Domingo-Roura. 2004. Eurasian otters, *Lutra lutra*, have a dominant mtDNA haplotype from the Iberian Peninsula to Scandinavia. *Journal of Heredity* 95:430-435
- Frankham, R. 1995. Conservation genetics. *Annual Reviews of Genetics* 199(29):305-327.
- Fankham, R., J. Ballou & D. Briscoe. 2003. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press. United Kingdom.

- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- Hirota, T., T. Hirohata, H. Mashima, T. Satoh & Y. Obara. 2004. Population structure of the large Japanese field mouse *Apodemus speciosus* (Rodentia: Muridae), in suburban landscape, based on mitochondrial D-loop sequences. *Molecular Ecology* 13:3275-3282
- Huelsenbeck, J. P., F. Ronquist F. 2001. MrBayes: Bayesian inference of phylogenetic trees. *Bioinformatics* 17:754-755.
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en Instituto de Ciencias Naturales. Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Larkin, M. A., G. Blackshields, N. P. Brown, R. Chenna, P. A. McGettigan, H. McWilliam, F. Valentin, I. M. Wallace, A. Wilm, R. López, J. D. Thompson, T. J. Gibson & D. G. Higgins. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 23:2947-2948.
- Larson, S. E., R. Jameson, M. Etnier, M. Fleming, P. Bentzen. 2002. Loss of genetic diversity in sea otters (*Enhydra lutris*) associated with the fur trade of the 18th and 19th centuries. *Molecular Ecology*:11:1899-1903.
- Lewis, P. O. & D. Zaykin. 2001. GDA (genetic data analysis): Computer Program for the Analysis of Allelic Data (Univ. of Connecticut, Storrs, CT), Version 1.0 d16c. Available at: <http://hydrodictyon.eeb.uconn.edu/people/plewis/software.php>.
- Marmi, J., F. López-Giráldez, D. W. Macdonald, F. Calafell, E. Zholnerovskaya & X. Domingo-Roura. 2006. Mitochondrial DNA reveals a strong phylogeographic structure in the badger across Eurasia. *Molecular Ecology* 15:1007-1020.
- Mesa, E. 2005. Análisis de la dinámica de poblaciones silvestres de *chigüiro Hydrochaeris hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) como herramienta de manejo hacia el aprovechamiento sostenible y la conservación. Tesis de Maestría en Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Mones, A. & J. Ojasti. 1986. *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Mammalian Species* 264:1-7.
- Michaux, J. R., O. J. Hardy, P. Justy, A. Fournier, M. Kranz, M. Cravia., A. Davidson, R. Rosoux & R. Libois. 2005. Conservation genetics and population history of the threatened European Mink *Mustela lutreola*, with an emphasis on the west European population. *Molecular Ecology* 14:2373-2388.
- Perdomo, G. 2005. Estructura genética en tres poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de los llanos venezolanos. Tesis de Grado. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- Posada, D. 2008. jModelTest: Phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution* 25:1253-1256.
- Scribner, K., J. A. Blanchong, D. J. Bruggeman, K. E. Epperson, C. L. Lee, Y. W. Pan, R. I. Shorey, H. H. Prince, S. R. Winterstein & D. R. Luukkonen. 2005. Geographical genetics: Conceptual foundations and empirical applications of spatial genetic data in wildlife management. *Journal of Wildlife Management* 69(4):1434-1453.
- Smith, T. & R. Wayne. 1996. *Molecular genetic approaches in conservation*. Oxford University Press. New York.
- Swofford, D. L. 2002. PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe Final.
- Zwickl, D. J. 2006. Genetic algorithm approaches for the phylogenetic analysis of large biological sequence datasets under the maximum-likelihood criterion. Ph.D Dissertation, The Graduate School of The University of Texas, Austin, USA.

Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea en chigüiros silvestres (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare

Oscar Álvarez-Méndez & Karol B. Barragán F.

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

Mediante un examen clínico completo y la obtención de muestras de sangre determinamos los parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea para el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en vida silvestre del municipio Paz de Ariporo en Casanare. Los resultados promedio que obtuvimos de los parámetros fisiológicos fueron: T° 38.35 ± 1.23 °C, FC 144.2 ± 20.23 ppm, FR 66.2 ± 22.35 rpm. Los resultados de hematología fueron: Hto. 47.55 ± 3.38 %, Hb 12.63 ± 1.41 g/dl, Eritrocitos $2.75 \pm 5.52 \times 10^6/\mu\text{l}$, Leucocitos $9.84 \pm 3.66 \times 10^3/\mu\text{l}$, Neutrófilos 42.82 ± 10.78 %, Linfocitos 55.36 ± 11.26 %, Basófilos 1.82 ± 0.94 %, Eosinófilos 1.54 ± 0.84 %, PPT 8.03 ± 1.44 g/dl, Fibrinógeno 245.45 ± 212.62 mg/dl. Los resultados de química sanguínea fueron: Albúmina 2.54 ± 0.25 g/dl, BUN 20.68 ± 5.12 mg/dL, Creatinina 853.05 ± 1878.87 mg/dl, CK 2.59 ± 0.36 UI/l, FA 235.75 ± 144.83 UI/l, LDH 1905.05 ± 1063.17 UI/l, Glucosa 79.61 ± 37.39 mg/dl. Encontramos similitudes en cuanto a los parámetros citados por otros autores, sin embargo existen algunas variaciones que pueden ser debidas al manejo y a las condiciones ambientales de la región. Los resultados de los estudios sanguíneos que se indican en el presente trabajo son un aporte al conocimiento de los parámetros bioquímicos de la especie en vida silvestre en la Orinoquía colombiana. Este trabajo junto con otros estudios orientados a evaluar el estado de salud de las poblaciones de la especie en la región contribuirá a dar soporte técnico y científico a los planes de manejo, aprovechamiento y conservación de la especie.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, constantes fisiológicas, hematología, química sanguínea, ectoparásitos, salud.

Abstract

We determined physiological, hematological and biochemical parameters of wild capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in Paz de Ariporo Municipality, Casanare Department (Colombia) by clinical examination and blood samples. The results for the physio-

logical parameters were: T° 38.35 ± 1.23 °C, pulse $144.2 \pm 20.23/m$, respiratory rate $66.2 \pm 22.35 /m$. The results for the hematology were: PCV. 47.55 ± 3.38 %, Hb 12.63 ± 1.41 g/dl, Erythrocytes $2.75 \pm 5.52 \times 10^6/\mu l$, Leukocytes $9.84 \pm 3.66 \times 10^3/\mu l$, Neutrophiles 42.82 ± 10.78 %, Lymphocytes 55.36 ± 11.26 %, Basophiles 1.82 ± 0.94 %, Eosinophiles 1.54 ± 0.84 %, PPT 8.03 ± 1.44 g/dl, Fibrinogen 245.45 ± 212.62 mg/dl. The results for the biochemistry were: Albumin 2.54 ± 0.25 g/dl, BUN 20.68 ± 5.12 mg/dl, Creatinine 853.05 ± 1878.87 mg/dl, CK 2.59 ± 0.36 UI/l, FA 235.75 ± 144.83 UI/l, LDH 1905.05 ± 1063.17 UI/l, Glucose 79.61 ± 37.39 mg/dl. We found similarities with reference values from other authors, however there were some variations that can be due to the management and environmental conditions of the region. Our results are a contribution to knowledge the biochemical parameters of the species in wild in the Colombian Orinoquia. This research, with other studies that look for the health status of the wild populations of the region, will contribute to give technical support to management, use and conservation plans for the capybaras.

Key words: capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*, physiological parameters, hematological parameters, biochemical parameters, ectoparasites, health.

Introducción

Un estudio zoonosológico comprende la evaluación de diferentes aspectos relacionados con la salud de los individuos y las implicaciones o relaciones que puedan existir entre los animales, el hombre y el medio ambiente. Para conocer el estado de salud de los individuos es necesario conocer algunos parámetros fisiológicos, y así evaluar si existe normalidad o anormalidad en los individuos (Blood & Radostitis 1992, Kreeger 1997, Fagella & Galindo 1999). El examen físico de los animales, la toma de muestras de sangre para la evaluación hematológica y bioquímica y la realización de otras pruebas paraclínicas, ayudan a establecer el estado de salud de los animales.

Las constantes fisiológicas son parámetros estándar, usados para evaluar el estado de salud del individuo, y pueden indicar la prevalencia de algunos patógenos de importancia para la especie, que podrían afectar su salud, conservación y manejo. La in-

formación sobre los parámetros fisiológicos es importante en especies de vida silvestre para establecer si existe anormalidad o normalidad de los mismos y así actuar rápidamente en caso de emergencia (Barragán 2002). Así mismo, es importante cuando se quieren hacer comparaciones entre especies y poblaciones dentro de programas de manejo tanto *in situ* como *ex situ* (Ponce *et al.* 2005). Sin embargo, la mayoría de las especies silvestres no han sido estudiadas lo suficiente como para obtener parámetros clínicos normales (Barragán 2008).

Para la especie *Hydrochoerus hydrochaeris* existen escasos reportes acerca de las constantes fisiológicas más básicas, tales como la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR) y la temperatura rectal (T°). En cuanto a los parámetros hematológicos de la especie, existen algunos estudios realizados en Brasil y Perú con individuos en cautiverio (Arouca *et al.* 2000, Muñoz & Montoya

2001) y en estado silvestre en Brasil (Alves *et al.* 2006) y en la Orinoquía colombiana (Ordúz & Barrera 2004). Los estudios relacionados con la química sanguínea de los chigüiros son escasos, aunque existen algunos desarrollados en poblaciones silvestres de la Orinoquía colombiana durante diferentes épocas climáticas (Fuentes *et al.* 2009a, Fuentes *et al.* 2009b).

El conocimiento de los parámetros normales de los chigüiros en una región y condición climática determinada, es un factor importante para su manejo y conservación, ya que se puede reflejar con mayor certeza el comportamiento fisiológico ante una patología o simplemente ante una situación de estrés. Adicionalmente, la nutrición y el manejo repercuten en las respuestas fisiológicas, para que exista un balance entre el sistema del animal y el medio ambiente (Ruckebusch 1994, Eckert 1998).

Con este trabajo pretendemos determinar las constantes o parámetros fisiológicos y los valores de hematología y química sanguínea

de una población silvestre de chigüiros (*H. hydrochaeris*) del Hato La Victoria en el municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Nuestro objetivo, es obtener una aproximación de los valores normales de la especie a fin de utilizarlos para su manejo en esta región, donde existe interés por hacer un aprovechamiento comercial de la especie. Con este estudio pretendemos hacer un aporte al conocimiento sanitario de la especie y contribuir así a la toma de decisiones referentes a su manejo y conservación.

Este estudio hizo parte del proyecto piloto de aprovechamiento de poblaciones silvestres desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia (UNAL-CORPORINOQUIA 2006). Dicho proyecto piloto tuvo como fin desarrollar una propuesta técnica de Buenas Prácticas en el Beneficio de chigüiros, siguiendo un protocolo para su captura, sacrificio y faenado, así como para la evaluación sanitaria de los mismos; y el manejo de subproductos y residuos provenientes de esta actividad (ver Quiroga & Álvarez-Méndez 2014).

Métodos

En el Hato La Victoria del municipio de Paz de Ariporo (Casanare), durante dos días de la época de lluvias, capturamos 40 individuos machos adultos y subadultos de poblaciones silvestres de chigüiros, mediante el método tradicional de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004). En esta práctica, empleamos únicamente la restricción física para la manipulación de los animales.

Examen físico

El estado de salud de los chigüiros fue determinado inmediatamente después de su captura, mediante la evaluación de parámetros

fisiológicos (Figura 1) como temperatura (T), frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR). Así mismo, establecimos el grado de hidratación del individuo mediante el parámetro de tiempo de llenado capilar, y determinamos el estado general o condición corporal del animal mediante métodos convencionales y la observación de su comportamiento. Evaluamos los diferentes sistemas corporales, y tuvimos en cuenta la consistencia y color de heces, orina, ausencia de secreciones nasales y cualquier alteración de las vías respiratorias. Durante el examen físico los animales se encontraban agitados y excitados.



Figura 1. Examen físico en un chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Recolección de muestras

De cada individuo obtuvimos 3 ml de sangre de las venas safena o femoral. Recolectamos la sangre en tubos Vacutainer® secos y con anticoagulante EDTA (etilenodiaminotetraacético) en la proporción de un mg/ml, utilizando agujas calibre N° 20G x 1 1/2'. La toma de muestras se efectuó entre las 6:00 y 9:00 horas.

Procesamiento de muestras

Todas las muestras fueron procesadas en el laboratorio clínico de La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Hematología. Evaluamos diferentes parámetros hematológicos como el recuento de glóbulos rojos, la hemoglobina, el recuento de glóbulos blancos, el fibrinógeno y las plaquetas. Para la determinación del número de hematíes y leucocitos por ml, utilizamos la cámara cuenta glóbulos de Neubauer® y la pipeta de dilución de Thoma®, usando como dilutores el CINA al 0.85 % para recuento de glóbulos rojos y la solución de HCl al 0.1 N para el recuento de leucocitos. La determinación del hematocrito la efectuamos utilizando capilares de 1 mm de diámetro por 75 mm de largo con EDTA, que llevamos a la microcentrifuga de alta velocidad (11 000 rpm por 5 minutos). El recuento leucocitario, expresado en porcentaje, lo determinamos en extensiones de sangre coloreadas con el colorante Wright, contándose 100 células, siguiendo la técnica de zig-zag de Shilling.

Química sanguínea. A nivel de la química sanguínea evaluamos deshidrogenasa láctica (LDH), fosfatasa alcalina (FA), creatinina kinasa (CK), BUN, creatinina, albúmina y glucosa. Para las determinaciones bioquímicas, centrifugamos las muestras para separar los sueros y congelarlos hasta el procesamiento. Para la evaluación de los parámetros bioquímicos utilizamos los reactivos: LDH BIOSSYSTEM®, BUN SERA PAK®, CK BIOS SYSTEM®, fosfatasa alcalina SPINREACT®, creatinina, SPINREACT®, albúmina SPINREACT® y glucosa con el glucómetro de Bayer®.

Resultados

Examen físico

Los chigüiros examinados tuvieron una temperatura promedio de 38.35 ± 1.23 °C, su frecuencia cardíaca promedio fue de 144.2 ± 20.23 ppm y la frecuencia respiratoria fue de 66.2 ± 22.35 rpm (Tabla 1). La mayoría de los individuos presentaron membranas mucosas rosadas y húmedas. Solamente en cinco animales (12.5 %) observamos membranas mucosas congestionadas. El tiempo promedio de llenado capilar fue de 2 – 4 segundos.

No identificamos ninguna anomalía con respecto al estado general de los animales en los sistemas evaluados. Sin embargo, evidenciamos una abundante presencia de ectoparásitos (garrapatas) en la totalidad de los animales, que se encontraban en diferentes estados de desarrollo biológico. Observamos grandes cantidades de estadios larvarios tempranos (llamados localmente “coloraditos”) en la piel de párpados, orejas y ano de los animales. Las garrapatas fueron colectadas e identificadas como *Amblyomma cajennense* y *Amblyomma maculatum*.

Tabla 1. Constantes fisiológicas de 40 chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) machos, en estado de actividad, capturados en el Hato La Victoria, municipio Paz de Ariporo, Casanare. Pulsaciones por minuto (ppm), respiraciones por minuto (rpm), media (\bar{X}), desviación estándar (D.E.), límite inferior (XI), límite superior (XS).

Parámetro	\bar{X}	D.E.	XI - XS
Temperatura (°C)	38.35	1.23	36.4 - 40.2
Frecuencia cardíaca (ppm)	144.2	20.23	100 - 172
Frecuencia respiratoria (rpm)	66.2	22.35	38 - 130

Hematología y química sanguínea

Los valores hematológicos promedio para los chigüiros fueron: Hematocrito del 47.55 ± 3.38 %, hemoglobina de 12.63 ± 1.41 g/dl, recuento de glóbulos rojos o eritrocitos de $2.75 \pm 5.52 \times 10^6/\mu\text{l}$, recuento de glóbulos blancos o leucocitos de $9.84 \pm 3.66 \times 10^3/\mu\text{l}$, neutrófilos del 42.82 ± 10.78 %, linfocitos 55.36 ± 11.26 %, basófilos de 1.82 ± 0.94 %, eosinófilos 1.54 ± 0.84 %,

proteínas plasmáticas de 8.03 ± 1.44 g/dl, y fibrinógeno de 245.45 ± 212.62 mg/dl (Tabla 2).

Con respecto a la química sanguínea encontramos los siguientes valores promedio: Albúmina 2.54 ± 0.25 g/dl, BUN 20.68 ± 5.12 mg/dl, creatinina 853.05 ± 1878.87 mg/dl, CK 2.59 ± 0.36 UI/l, FA 235.75 ± 144.83 UI/l, LDH 1905.05 ± 1063.17 UI/l, Glucosa 79.61 ± 37.39 mg/dl (Tabla 3).

Tabla 2. Valores de hematología obtenidos de 40 chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) machos capturados en el Hato La Victoria, municipio Paz de Ariporo, Casanare. media (\bar{X}), desviación estándar (D.E.), límite inferior (XI), límite superior (XS). Glóbulos rojos (GR), Glóbulos blancos (GB).

Parámetro	\bar{X}	D.E.	XI - XS
Hematocrito (%)	47.55	3.38	41-52
Hemoglobina (g/dl)	12.63	1.41	8.9 - 14.6
Recuento de GR ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	2.75	5.52	1.25 - 3.85
Recuento de GB ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	9.84	3.66	4.95 - 18.40
Neutrófilos (%)	42.82	10.78	20-57
Linfocitos (%)	55.36	11.26	43-80
Basófilos (%)	1.82	0.94	0-4
Eosinófilos (%)	1.54	0.84	0-4
Proteínas plasmáticas (g/dl)	8.03	1.44	2-9.8
Fibrinógeno (mg/dl)	245.45	212.62	100-800

Tabla 3. Valores de química sanguínea obtenidos de 40 chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) machos capturados en el Hato La Victoria, municipio Paz de Ariporo, Casanare. Media (\bar{X}), desviación estándar (D.E.), límite inferior (XI), límite superior (XS).

Parámetro	\bar{X}	D.E.	XI - XS
Albúmina (g/dl)	2.54	0.25	2-3
BUN (mg/dl)	20.68	5.12	12-30
Creatinina (mg/dl)	853.05	1878.87	158-8581
CK (UI/l)	2.59	0.36	2.1-3.5
FA (UI/l)	235.75	144.83	45-520
LDH (UI/l)	1905.05	1063.17	438-4539
Glucosa (mg/dl)	79.61	37.39	30-162

Discusión

Examen clínico y parámetros fisiológicos

Las constantes o parámetros fisiológicos son un punto de referencia para diagnosticar el grado de normalidad o anormalidad de un individuo, ya que ellas representan los mecanismos fisiológicos del organismo para

mantener el equilibrio interno (Blood & Radostitis 1992). En nuestro caso, los valores de las constantes fisiológicas de los chigüiros, principalmente la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria, están por encima de los valores esperados normalmente en un mamífero del tamaño y peso del chigüi-



ro, el cual fue en promedio de 38.5 Kg (Quiroga & García 2014). Por ejemplo en perros se ha encontrado que la temperatura puede ser de 37.5-38.5 °C, la frecuencia cardíaca de 60-120 ppm y la frecuencia respiratoria de 10-30 rpm. Los altos valores encontrados de la frecuencia cardíaca y de la frecuencia respiratoria en los chigüiros puede deberse a que en el momento del examen físico los animales aún se encontraban agitados y estresados por la captura. Sin embargo, esto no significa algún problema en el animal. Teniendo en cuenta lo anterior, los valores registrados corresponden a taquicardia (frecuencia cardíaca aumentada), taquipnea (frecuencia respiratoria aumentada) y a hipertermia (temperatura corporal elevada) fisiológicas, como expresión del ejercicio y respuesta de la glándula adrenal ante el estrés. La hipertermia también puede estar asociada a la restricción física de animales en climas cálidos (Kreeger 1997).

Las membranas mucosas rosadas y húmedas se observan en animales con buenas condiciones de salud. El hecho de encontrar membranas mucosas congestionadas puede relacionarse también con el estrés de la captura, y sólo sería indicio de enfermedad si va acompañada de otro signo o hallazgo clínico anormal, lo cual no se observó en ninguno de los animales capturados. Todos los animales evaluados presentaron valores normales para el parámetro del tiempo de llenado capilar, lo cual indica que todos tuvieron un buen estado de perfusión vascular.

No identificamos ningún hallazgo clínico anormal como secreciones nasales, orina o heces de apariencia anormal, traumatismos considerables, sonidos anormales a la auscultación, entre otros. Sin embargo, se evidenció una abundante presencia de garrapatas del género *Amblyoma* en todos los animales.

La identificación de parásitos en una población animal es de gran importancia debido a las implicaciones sanitarias de estas interrelaciones huésped-parásito. La presencia o ausencia de parásitos puede determinar en gran parte el estado de salud de una población, de la misma manera en que el grado de infestación cuando hay presencia de parásitos. De esta forma no solo es significativo saber si hay o no parásitos sino, en qué cantidad se encuentran en el caso de haber presencia en un huésped.

No toda presencia de parásitos está directamente relacionada con enfermedad (Brown & Belding 1967). Sin embargo, en la mayoría de los casos los parásitos presentes son vectores de una gran variedad de patógenos responsables de diferentes problemas sanitarios, no solo para los animales huéspedes sino para los demás animales que comparten el mismo hábitat, llegando incluso a ser algunos parásitos portadores de enfermedades para el hombre. Lo anterior, indica la importancia de identificar la presencia y cantidad de parásitos en poblaciones silvestres de chigüiro que son aprovechadas comercialmente, dada su importancia tanto para el sector ganadero como para el sector de salud pública. Las garrapatas *Amblyomma cajennense* y *Amblyomma maculatum* encontradas en gran abundancia en los chigüiros, son frecuentes en el ganado vacuno de la región, lo que indica el grado de transmisión de parásitos entre estas especies. Este tipo de garrapatas también puede parasitar al hombre y es más frecuente en su estado larvario (Soulsby 1988).

La importancia de este parásito radica en la transmisión de varios agentes patógenos (Sampaio *et al.* 1996) y la producción de heridas en la piel, que muchas veces pueden ser contaminadas secundariamente.

te por bacterias y/o moscas barrenadoras (nuches) y pueden ocasionar miasis severas en los animales (OPS 2003). Por otro lado, dado que el número de garrapatas que ataca a un solo animal puede ser muy grande, la inflamación, el dolor y el purrito son intensos, ya sea por el trauma o por la hipersensibilidad. La succión de sangre puede ser importante cuando la infestación es intensa, como en el caso de los chigüiros de este estudio, y puede favorecer la disminución de peso, ya que el animal debe gastar energía en reemplazar la sangre perdida (OPS 2003).

Parámetros hematológicos y de química sanguínea

Para el análisis de los valores hematológicos y de química sanguínea se deben tener en cuenta factores como la alimentación, el estado sanitario de cada individuo, la presencia de parásitos y la exposición a agentes patógenos. Adicionalmente se debe reconocer la influencia directa sobre la fisiología de los animales de factores ambientales tales como temperatura, altura sobre el nivel del mar, estacionalidad, entre otros.

Hasta ahora no existen estudios donde se evalúen todos los parámetros hematológicos y bioquímicos de chigüiros silvestres de la Orinoquía. Los estudios en Colombia sobre este tema en la especie son escasos. Es por ello que las comparaciones las hicimos basándonos en información de chigüiros obtenida en estudios realizados en diferentes condiciones geográficas y ambientales.

Los valores de parámetros hematológicos encontrados en nuestro estudio fueron en su mayoría, similares a los encontrados en chigüiros en cautiverio en Brasil (Arouca *et*

al. 2000) y Perú (Muñoz & Montoya 2001) y en chigüiros silvestres en Colombia (Orduz & Barrera 2004) y Brasil (Alves *et al.* 2006), como puede apreciarse en la Tabla 4. Sin embargo, encontramos algunas diferencias en los valores del hematocrito y la hemoglobina con respecto a lo registrado por Fowler (1986), ya que este autor indica valores menores a los encontrados en nuestro estudio. El recuento de glóbulos rojos de nuestro estudio fue inferior a lo encontrado por Fowler (1986), Arouca *et al.* (2000), Muñoz & Montoya (2001), Orduz & Barrera (2004) y Alves *et al.* (2006).

Nuestros valores de neutrófilos y eosinófilos fueron opuestos a lo encontrado por Orduz & Barrera (2004) en una zona de la Orinoquía colombiana, pero fueron similares a los valores registrados por otros autores, aunque el porcentaje de neutrófilos fue menor a lo encontrado por Fowler (1986). En el recuento de glóbulos blancos o leucocitos encontramos valores similares a Orduz & Barrera (2004), pero superiores a Fowler (1986), Arouca *et al.* (2000), Muñoz & Montoya (2001) y Alves *et al.* (2006). Las discrepancias encontradas pueden obedecer a diferencias en las condiciones ambientales y de manejo donde se desarrollaron estos estudios, ya que por ejemplo, el valor de leucocitos es influenciado por el lugar de drenaje de la sangre, la edad del animal y la actividad muscular (Muñoz & Montoya 2001).

Los altos valores de leucocitos que encontramos en los chigüiros evaluados, en relación otros estudios, puede ser el resultado del traslado del pool marginal de leucocitos al torrente sanguíneo por la liberación de corticoides durante su captura, tal como sucede en otros mamíferos (Mosby 1979,

Drury 1999). Igualmente, el alto nivel de glucosa que observamos en algunos individuos (>120mg/dl) puede ser ocasionada por la liberación de glucocorticoides y catecolaminas (Meyer 2000)

Un hallazgo importante es que pese a la alta carga tanto de endoparásitos (Álvarez & Barragán 2014) como de ectoparásitos, los chigüiros no presentaron valores elevados de eosinófilos, lo cual puede indicar una adaptación y resistencia de los animales a los parásitos con los que conviven. Sin embargo, cuando los animales presentan altos niveles de estrés, puede haber eosinopenia y es probable que esta situación esté enmascarando el verdadero promedio de los valores de eosinófilos.

Los valores promedio de glucosa encontrados en nuestro estudio (Glucosa 79.61 ± 37.39 mg/dl) son inferiores a los encontrados por Fuentes *et al.* (2009a) para la época lluviosa (103.15 ± 36.65 mg/dl) y Fuentes *et al.* (2009b) para la época seca (102.79 ± 37.74 mg/dl) en el mismo municipio donde desarrollamos nuestro estudio. Así mismo,

nuestros valores de BUN (20.68 ± 5.12 mg/dl) fueron menores con respecto a lo encontrado por Fuentes *et al.* (2009a) en la época de lluvias (24.01 ± 7.79 mg/dl), pero mayores a lo encontrado por Fuentes *et al.* (2009b) en la época seca (11.47 ± 2.46 mg/dl). Los valores de albúmina de nuestro estudio fueron similares a lo encontrado por los anteriores autores. Los valores de la química sanguínea que encontramos, aunque presentan algunas diferencias numéricas, no tienen mayor relevancia fisiológica pues todos se encuentran dentro de los rangos de normalidad reportados para la mayoría de mamíferos.

Como mencionamos anteriormente, este tipo de estudios son importantes para dar soporte técnico y científico a los planes de manejo, aprovechamiento y conservación de esta especie en Colombia, en especial en la región de la Orinoquía. Sin embargo, para este cometido es importante realizar un estudio que involucre un mayor número de parámetros y diferentes individuos de una población (machos y hembras en diferentes estados de desarrollo biológico – EDB).

Tabla 4. Medias de parámetros hematológicos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) obtenidos en este trabajo comparados con otros estudios. *Estudio en chigüiros en cautiverio. **Estudios en chigüiros silvestres.

Hematología	Este estudio (2014)**	Alves <i>et al.</i> (2006)**	Orduz & Barrera (2004)**	Muñoz & Montoya (2001)*	Arouca <i>et al.</i> (2000)*	Fowler (1986)
Hematocrito (%)	47.5	40.4	46	42	48	35.5
Hemoglobina (g/dl)	12.6	13.5	-	14.3	15	10.6
Recuento de GR ($\times 10^6/\mu\text{l}$)	2.7	4.5	-	3.2	3.62	3.15
Recuento de GB ($\times 10^3/\mu\text{l}$)	9.84	5.3	10.18	5.0	4.63	7.0
Neutrófilos (%)	42.8	36.6	16	53	48.6	62
Linfocitos (%)	55.4	58.9	71	42	42.8	34.5
Basófilos (%)	1.8	0	-	0	0.4	0.5
Eosinófilos (%)	1.5	3.5	12	1.5	3.4	0

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005).

Literatura Citada

- Álvarez-Méndez, O. & K. Barragán. 2014. Estudios microbiológicos e histopatológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 211-224, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Alves, D., E. Rodrigues, M. Felisberto & C. Souza. 2006. Valores hematológicos de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) Rodentia: Hydrochoeridae de vida livre na região de Campinas-SP. *Ciência Rural*, Santa María 36(4):1321-1324.
- Arouca, M., L. Miranda, R. Sousa, R. Kiomi, A. Kohayagawa, P. Ciarlina & E. Oba. 2000. Valores hematológicos de capivaras (*hydrochoerus hydrochaeris*) criadas em cativeiro no município de Botucatu, SP. *Ciência Rural* Santa María 30(5):813-817.
- Barragán, K. 2002. Constantes fisiológicas en un grupo de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio restringidos químicamente. Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Barragán, K. 2008. El concepto de salud y sus limitantes en la conservación de la vida silvestre. Memorias conferencia interna medicina y aprovechamiento de fauna silvestre exótica y convencional 4:1
- Blood, C. & O. Radostitis. 1992. Medicina veterinaria. Volumen I. Séptima edición. McGraw-Hill Interamericana Editores. México.
- Brown, H. & D. Belding. 1967. Parasitología clínica. McGraw-Hill Interamericana Editores. México.
- Drury, R. 1999. Clinical pathology and simple collection. *Veterinary clinics of North America: Exotic animal practice* 2(3):527-529.
- Eckert, R. 1990. Fisiología animal: Mecanismos y adaptaciones. McGraw-Hill Interamericana Editores. México.
- Fagella, A & V. Galindo. 1999. Anestesia y analgesia en la práctica de pequeños animales. Memorias del curso. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- Fowler, M. 1986. Zoo and wild animal medicine. Second edition. W. B Saunders Company. USA.
- Fuentes, E., C. Rodríguez R. J. Romero F., R. Corredor M. D. Céspedes S. & C. Sejin P. 2009a. Caracterización de los perfiles metabólicos y electrolíticos de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida silvestre en época de invierno. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 22(3):400. Disponible en <http://rccp.udea.edu.co> (último acceso diciembre de 2011).
- Fuentes E., R. Corredor M., J. A. Rodríguez P., D. Jaramillo H. & D. Céspedes S. 2009b. Caracterización de los perfiles metabólicos y electrolíticos de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida silvestre en época de verano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 22(3):400. Disponible en <http://rccp.udea.edu.co> (último acceso diciembre de 2011).
- Kreeger, T. 1997. Handbook of wildlife chemical immobilization. International Wildlife Veterinary Services. Second edition. U.S.A.
- Meyer, D. 2000. El laboratorio en medicina veterinaria. Segunda Edición. Editorial Inter-Médica. Argentina.

- Mosby, H. 1979. Influence of chemical immobilization and physical restraint on packed cell volume, total protein, glucose and blood urea and nitrogen in blood of white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology* 57:756-767.
- Muñoz, K. & G. E. Montoya. 2001. Valores hemáticos del ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en cautiverio en la Amazonía peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 12(1):63-70.
- Ponce-Campos, P., C. Magallón-Morineau, J. D. Quintana-Hau & J. M. Dubach. 2010. Concentraciones totales de proteínas en plasma del "caimán" *Crocodylus acutus* en poblaciones silvestres de Jalisco, México. *Revista Latinoamericana de Conservación* 1(2):32 -37
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Volumen III. Parasitosis. Publicación Científica y Técnica No. 580. Washington D. C.
- Orduz, S. & E. Barrera. 2004. Caracterización aspectos sanitarios y plan de manejo de residuos sólidos y líquidos de los zocriaderos del chigüiro en el departamento de Casanare. Trabajo de Grado para obtener el título de Especialización en Gestión Ambiental. Fundación Universitaria de Boyacá. Uniboyacá.
- Quiroga, T. G. & O. Álvarez-Méndez. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 363-382, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Quiroga, G. & I. García. 2014. Evaluación de rendimientos en chigüiros. Pp. 383-396, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ruckebusch, Y. 1994. Fisiología de pequeñas y grandes especies. Editorial El Manual Moderno. México.
- Salas, V., E. Pannier, C. Galindez, A. Gols & E. A. Herrera. 2004. Methods for capturing and marking wild capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Venezuela. *Wildlife Society Bulletin* 32:202-208.
- Sampaio, E., H. Barbosa, S. Colombo, R. Diogo, J. Rodrigues, M. Arpon, S. Sanseverino & A. Moura. 1996. Primary isolation of spotted fever group rickettsiae from *Amblyomma cooperi* collected from *Hydrochaeris hydrochaeris* in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 91(3):273-275.
- Soulsby, E. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias. Interamericana. México.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

Estudios serológicos de *Brucella abortus* y *Leptospira interrogans* en poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare

Karol B. Barragán F. & Oscar Álvarez-Méndez

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

Realizamos un estudio serológico de 47 chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) provenientes de poblaciones silvestres de cuatro municipios del departamento de Casanare. Identificamos los anticuerpos contra *Brucella abortus* por medio de la prueba de aglutinación Rosa de Bengala e identificamos los anticuerpos contra *Leptospira interrogans* mediante la prueba de microaglutinación de campo oscuro (MAT). De un total de 47 animales, siete (14.89 %) presentaron reacción positiva a *B. abortus*. En el municipio de Hato Corozal se presentó la prevalencia más alta (33.3 %) de *B. abortus*, seguido por los municipios de Trinidad (25 %), Orocué (7.14 %) y Paz de Ariporo (6.6 %). En cuanto a *L. interrogans*, observamos una prevalencia global de 36.2 % (17 animales positivos). La prevalencia más alta de *L. interrogans* se presentó en el municipio de Hato Corozal (83.3 %), seguida de los municipios de Orocué (35.7 %), Trinidad (33.3 %) y Paz de Ariporo (20 %). Observamos predominancia del serovar *L. grippityphosa* (45.8 %), seguido de los serovares *L. bardjo* (16.6 %), *L. bratislava* (12.5 %), *L. icterohaemorrhagiae* (12.5 %) y *L. pomona* (12.5 %). Aunque la prevalencia para los dos patógenos no fue alta, podemos concluir que los chigüiros pueden ser reservorios de ellos. Sin embargo, es necesario realizar una correlación clínica junto con muestreos pareados para observar la ecología de los parásitos que afectan las poblaciones silvestres del chigüiro y despejar incógnitas en cuanto a las relaciones de estos parásitos con los de otras especies, incluido el humano.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, serología, prevalencia, *Leptospira interrogans*, *Brucella abortus*, Casanare.

Abstract

We did a serological study of 47 wild capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) from four municipalities of Casanare (Colombia). We identified antibodies to *Brucella abortus* by the Rose Bengal plate agglutination test, and we identified antibodies to *Leptospira*

interrogans by the microscopic agglutination test (MAT). From 47 animals, seven (14.89 %) positive reactions were established to *B. abortus*. Hato Corozal Municipality presented the higher prevalence (33.3 %) of *B. abortus*, followed by Trinidad (25 %), Orocué (7.14 %) and Paz de Ariporo (6.6 %) Municipalities. *L. interrogans* we observed a global prevalence of 36.2 % (17 positive animals). The higher prevalence of *L. interrogans* was in Hato Corozal Municipality (83.3 %), followed by Orocué (35.7 %), Trinidad (33.3 %) and Paz de Ariporo (20 %) Municipalities. We observed predominance of serovar *L. grippityphosa* (45.8 %), followed of the serovars *L. hardjo* (16.6 %), *L. bratislava* (12.5 %), *L. icterohaemorrhagiae* (12.5 %) and *L. pomona* (12.5 %). The prevalence of both pathogens was not high; however, we can conclude that the capybaras can be reservoirs of them. Nevertheless it is necessary to make a clinical correlation along with twin samplings in order to observe the ecology of the parasites that affect the wild populations of capybaras and to clear doubts as far as relations of these parasites with those of the others species, including the human.

Key words: Capybara, *Hydrochoerus hydrochaeris*, serology, prevalence, *Leptospira interrogans*, *Brucella abortus*, Casanare.

Introducción

Uno de los componentes fundamentales dentro de los programas de conservación de especies de fauna silvestre, es el aspecto zoonosanitario. Las enfermedades asociadas a poblaciones animales tienen grandes impactos tanto en la fauna silvestre como en los animales domésticos y en los seres humanos. Por otro lado, la alteración de los ecosistemas puede crear condiciones que faciliten la aparición o dispersión de nuevas enfermedades (Monsalve *et al.* 2009). Por tal razón, los estudios sobre la salud animal son importantes y se convierten en una herramienta valiosa para la conservación y el manejo de poblaciones silvestres. Los estudios sobre la salud animal permiten, por ejemplo, realizar el diagnóstico del declive de poblaciones silvestres o estudiar el efecto de las enfermedades sobre la dinámica poblacional. Los estudios sobre la salud de la fauna cobran mayor im-

portancia cuando se trata de especies de uso y aprovechamiento humano, como es el caso del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*, ya que su estado sanitario puede tener también implicaciones a nivel de la salud humana.

Es ampliamente conocido que los humanos comparten muchas patologías con los animales, lo que se denominan enfermedades zoonóticas. Las especies silvestres actúan en muchas ocasiones como reservorio de diversas enfermedades y pueden ser fuentes de transmisión continua para poblaciones humanas y animales domésticos con los que comparten su hábitat (Acha & Szyfres, 2003 en Cueva *et al.* 2010). El manejo, uso y aprovechamiento de una especie de fauna silvestre puede implicar una serie de riesgos para la salud pública (Kirkwood 1996), por lo que es indispen-

sable poder hacer evaluaciones de algunas patologías importantes, según la especie. Por ejemplo, en especies de interés para el consumo y aprovechamiento comercial, como en el caso del chigüiro, es necesario conocer aspectos de su estado sanitario que puedan afectar tanto a las poblaciones naturales como a la calidad de sus productos y subproductos.

La sanidad animal es definida como el conjunto de condiciones que permiten mantener a los animales y sus productos, libres de agentes dañinos o en niveles tales que no ocasionen perjuicios económicos, que no afecten la salud humana y no restrinjan su comercialización (Decreto 1840 de 1994 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Por ello, los estudios de la salud de poblaciones silvestres de chigüiros deben evaluar algunos patógenos que tienen implicaciones en la salud pública, teniendo en cuenta que es una especie aprovechada a nivel regional. Dentro de los microparásitos, existen algunas bacterias y protozoarios que tienen importancia al respecto. En el caso del género *Hydrochaeris*, se han reportado varios de los patógenos zoonóticos, encontrados también en otros roedores (Derrell & Olfert 1986, Quesemberry & Carpenter 2004).

En chigüiros se ha detectado la presencia de *Brucella* spp. (Bello *et al.* 1974, Lord & Flores 1983, Vargas 2004), causante de la brucelosis. La *Brucella* es un patógeno presente en una gran cantidad de animales silvestres como bisontes *Bison bison*, alces *Alces alces*, liebres *Lepus europaeus*

(Moeden Vander 1964), venados *Ozotoceros bezoarticus* (Mathias *et al.* 1999), búfalos *Bubalus bubalis* y pecaríes *Pecari tajacu* (Vargas 2004).

La *Leptospira interrogans* también ha sido un patógeno ampliamente documentado en roedores relacionados estrechamente con el chigüiro (Vanasco *et al.* 2004; Silverman *et al.* 2004) y en varias especies de fauna silvestre tanto en vida libre como en cautiverio (Ramiro *et al.* 2004). Específicamente en chigüiros se han encontrado diferentes serovares de *L. interrogans*, con predominio de *L. canicola*, *L. ballum*, *L. bardjo*, *L. hebdomadis* y *L. wolffi* (González-Jiménez 1995).

Tanto la *B. abortus* como la *L. interrogans* provocan enfermedades zoonóticas que además de tener implicaciones en la salud pública, son de importancia porque puede afectar las poblaciones de animales silvestres y de animales domésticos que comparten el hábitat. La *Leptospira* causa la leptospirosis, que es una zoonosis reemergente, cuya presencia esta asociada a factores ecológicos que aseguran la supervivencia del patógeno en el medio ambiente, y donde las mayores prevalencias se presentan en regiones tropicales (Cuevas *et al.* 2010).

Con este trabajo pretendemos establecer la seroprevalencia de *B. abortus* y *L. interrogans* en poblaciones silvestres de chigüiros de diferentes municipios en el departamento de Casanare, como parte de los estudios de salud dirigidos al manejo y la conservación de la especie en la región de la Orinoquía.

Métodos

Evalúamos 47 individuos de poblaciones silvestres de chigüiros en cuatro municipios del departamento de Casanare: quince de Paz de Ariporo, seis de Hato Corozal, catorce de Orocué y doce de Trinidad. Describimos el número, género y estado de desarrollo biológico (EDB) de los individuos capturados en cada uno de los municipios, de los cuales se obtuvieron muestras de sangre (Tabla 1).

Tabla 1. Individuos de *Hydrochoerus hydrochaeris* de los que se obtuvieron muestras de sangre para estudios zoonosarios. EDB= Estado de desarrollo biológico.

Municipio	Hato	No.	Género	EDB
Paz de Ariporo	La Victoria	1	Macho	Juvenil
		2	Hembra	Subadulto
		3	Hembra	Adulto
		5	Macho	Adulto
		6	Hembra	Adulto
		7	Macho	Subadulto
		8	Macho	Adulto
		9	Macho	Adulto
		10	Macho	Adulto
		11	Hembra	Adulto
		12	Hembra	Adulto
		13	Macho	Adulto
		14	Macho	Adulto
		15	Hembra	Juvenil
		16	Hembra	Adulto
		Hato Corozal	La Veremos	1
2	Macho			Adulto
3	Macho			Adulto
4	Hembra			Adulto
5	Hembra			Adulto
6	Hembra			Adulto
Orocué	San Pablo	1	Hembra	Adulto
		2	Hembra	Subadulto

Municipio	Hato	No.	Género	EDB
Orocué	San Pablo	3	Hembra	Adulto
		4	Macho	Adulto
		5	Hembra	Adulto
		6	Hembra	Adulto
		7	Hembra	Adulto
		9	Hembra	Adulto
		10	Macho	Adulto
		11	Hembra	Adulto
		12	Macho	Adulto
		13	Macho	Adulto
		14	Macho	Adulto
		15	Desconocido	Desconocido
		Trinidad	El Carmen	1
2	Macho			Adulto
3	Hembra			Adulto
4	Macho			Juvenil
5	Macho			Adulto
6	Hembra			Adulto
7	Macho			Adulto
8	Hembra			Subadulto
9	Hembra			Subadulto
10	Macho			Adulto
11	Macho			Adulto
12	Macho			Adulto

Método de captura y restricción

Los individuos que se encontraban en estado silvestre fueron capturados mediante el método tradicional de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004). Únicamente empleamos la restricción física para su manipulación.

Examen físico

Como en todo estudio de salud, realizamos un examen físico general a los individuos de una población de chigüiros silvestres, mediante la evaluación de constantes fisiológicas (temperatura, frecuencia cardíaca

y frecuencia respiratoria) y estado general o condición corporal del animal. Estos datos fueron medidos por los métodos convencionales y la observación del comportamiento, consistencia y color de heces, orina, ausencia de secreciones nasales y cualquier alteración de las vías respiratorias, apetito, peso, estado de pelaje, ausencia de lesiones, traumatismo y parásitos en general.



Figura 1. Toma de la muestra de sangre en la vena femoral en un chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Recolección de muestras

La recolección de muestras la efectuamos entre las 6:00 y 9:00 horas. De cada individuo obtuvimos tres (3) ml de sangre de las venas safena o femoral (Figura 1), que recolectamos en tubos Vacutainer® secos (sin anticoagulante), utilizando agujas calibre N° 20G x 1 1/2'.

Procesamiento de muestras

Conservación de muestras. Separamos los sueros del botón celular, los depositamos en viales y los congelamos a -70°C para su posterior evaluación serológica.

Serología. Identificamos los anticuerpos contra *B. abortus* por medio de la prueba de aglutinación Rosa de Bengala, mientras que para la identificación de anticuerpos contra *L. interrogans* empleamos la técnica de aglutinación microscópica con antígenos vivos (MAT), utilizando una batería de cinco serovares de referencia nacional (*L. bratislava*, *L. grippityphosa*, *L. hardjo*, *L. icterohaemorrhagiae* y *L. pomona*). Estos estudios los realizamos en el Laboratorio Médico Veterinario L.M.V. LTDA.

Resultados

La mayoría de los animales presentaron una buena apariencia clínica. Sin embargo, en el municipio de Hato Corozal el 50 % de los individuos presentaron una condición corporal regular y uno de los individuos se encontró muy débil. Las constantes fisiológicas se observaron un poco elevadas (Tabla 2) y encontramos una alta carga de ectoparásitos (*Amblyomma cajennense* y *A. maculate*) en la totalidad de los individuos.

B. abortus

Detectamos anticuerpos para *B. abortus* en siete de los 47 individuos (14.9 %). De los cuatro municipios estudiados, Hato Corozal presentó la prevalencia más alta (33.3 %), seguido por Trinidad (25 %), Orocué (7.14 %) y Paz de Ariporo (6.6 %; Tabla 3).

Tabla 2. Constantes fisiológicas de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en estado de actividad, capturados en el departamento de Casanare. Pulsaciones por minuto (ppm), respiraciones por minuto (rpm).
 Fuente: Álvarez-Méndez & Barragán (2014)

Parámetro	Media	SD	Rangos
Temperatura (°C)	38.35	1.23	36.4 - 40.2
Frecuencia cardíaca (ppm)	144.2	20.23	100 - 172
Frecuencia respiratoria (rpm)	66.2	22.35	38 - 130

Tabla 3. Resultados de la prueba de aglutinación Rosa de Bengala para la determinación de *Brucella abortus* en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento del Casanare.

Municipio	No.	Positivo a <i>Brucella abortus</i>	Municipio	No.	Positivo a <i>Brucella abortus</i>	
Paz de Ariporo	1	Negativo	Orocué	4	Negativo	
	2	Negativo		5	Negativo	
	3	Negativo		6	Negativo	
	5	Negativo		7	Negativo	
	6	Negativo		9	Negativo	
	7	Negativo		10	Negativo	
	8	Negativo		11	Negativo	
	9	Negativo		12	Negativo	
	10	Negativo		13	Negativo	
	11	Positivo		14	Negativo	
	12	Negativo		15	Negativo	
	13	Negativo		1	Positivo	
	14	Negativo		2	Negativo	
	16	Negativo		3	Negativo	
	Hato Corozal	1		Positivo	Trinidad	4
		2	Negativo	5		Negativo
3		Negativo	6	Negativo		
4		Positivo	7	Positivo		
5		Negativo	8	Negativo		
6		Negativo	9	Positivo		
Orocué	1	Negativo	10	Negativo		
	2	Positivo	11	Negativo		
	3	Negativo	12	Negativo		

L. interrogans

De los 47 sueros analizados, 36.2 % (17) resultaron positivos a *L. interrogans*. Observamos una prevalencia del 20 % en el municipio de Paz de Ariporo, del 83.3 % en el municipio de Hato Corozal, del 35.7 % en el municipio de Orocué y del 33.3 % en el municipio de Trinidad.

Encontramos la presencia de dos serovares (*L. grippityphosa* – 66.6 % y *L. bardjo* – 33.3 %) en el municipio de Paz de Ariporo; cinco serovares (*L. grippityphosa* – 33.3 %, *L. bratislava* – 22.2 %, *L. pomona* – 22.2 %, *L. bardjo* – 11.1 % y *L. icterohaemorrhagiae*

– 11.1 %) en el municipio de Hato Corozal; cinco serovares (*L. grippityphosa* – 42.8 %, *L. bratislava* – 14.3 %, *L. pomona* – 14.3 %, *L. bardjo* – 14.3 % y *L. icterohaemorrhagiae* – 14.3 %) en el municipio de Orocué y dos serovares (*L. grippityphosa* – 75 % y *L. icterohaemorrhagiae* – 25 %) en el municipio de Trinidad (Tabla 4). En los municipios con cinco serovares encontramos individuos con anticuerpos para tres serovares diferentes.

En los tres municipios observamos predominancia del serovar *L. grippityphosa* (45.8 %), seguido de los serovares *L. bardjo* (16.6 %), *L. bratislava* (12.5 %), *L. icterohaemorrhagiae* (12.5 %) y *L. pomona* (12.5 %).

Tabla 4. Resultados de la técnica de aglutinación microscópica con antígenos vivos (MAT) para determinación de *Leptospira interrogans* en chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento del Casanare. *L. b* = *L. bratislava*, *L. g* = *L. grippityphosa*, *L. h* = *L. bardjo*, *L. i* = *L. icterohaemorrhagiae*, *L. p* = *L. pomona*.

Municipio	No.	Serovares <i>L. interrogans</i>				
		<i>L. b</i>	<i>L. g</i>	<i>L. h</i>	<i>L. i</i>	<i>L. p</i>
Paz de Ariporo	1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	2	Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
	3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	6	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	7	Negativo	1/200	Negativo	Negativo	Negativo
	8	Negativo	Negativo	1/100	Negativo	Negativo
	9	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	10	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	11	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	12	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	13	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	14	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	15	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	16	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	Hato Corozal	1	Negativo	1/400	Negativo	Negativo
2		Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
3		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
4		1/100	Negativo	1/100	1/200	1/100
5		1/100	Negativo	1/100	Negativo	1/100

Municipio	No.	Serovares <i>L. interrogans</i>				
		<i>L. b</i>	<i>L. g</i>	<i>L. h</i>	<i>L. i</i>	<i>L. p</i>
Hato Corozal	6	Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
Orocué	1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	4	Negativo	Negativo	Negativo	1/100	Negativo
	5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	6	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	7	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	9	Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
	10	Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
	11	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	12	1/400	Negativo	1/200	Negativo	1/400
	13	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	14	Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
	15	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	Trinidad	1	Negativo	Negativo	Negativo	1/200
2		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
3		Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
4		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
5		Negativo	1/100	Negativo	Negativo	Negativo
6		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
7		Negativo	1/200	Negativo	Negativo	Negativo
8		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
9		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
10		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
11		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
12		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Discusión

Los valores de las constantes fisiológicas se encontraron por encima de los valores esperados normalmente para animales del peso y tamaño de los chigüiros (Álvarez-Méndez & Barragán 2014). Esto obedece a que los animales fueron examinados al momento de la captura, y por lo tanto se encontraban agitados y estresados. Esto ex-

plica porque los valores como la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria presentaron valores elevados, sin que esto signifique algún problema del animal. Los valores registrados por lo tanto corresponden a taquicardia (frecuencia cardíaca aumentada), taquipnea (frecuencia respiratoria aumentada) e hipertermia (temperatura cor-

poral elevada) fisiológicas como respuesta al ejercicio y a la respuesta adrenal por la persecución y captura (Álvarez-Méndez & Barragán 2014).

La presencia de anticuerpos contra *B. abortus* en algunos de los individuos demuestra que la población ha tenido contacto con la bacteria. La presencia tanto en machos como en hembras, subadultos y adultos sugiere, como lo reportan Lord & Flores (1983), que el chigüiro puede adquirir la bacteria en edad juvenil y puede permanecer portador el resto de su vida. Al parecer, es común encontrar chigüiros portadores de *Brucella* spp. debido a que comparten el hábitat con cerdos y ganado vacuno (Vargas 2004).

Dado que hay pocos reportes en la literatura relacionados con las prevalencias de patógenos de chigüiros en vida silvestre, comparamos también la prevalencia obtenida en este estudio con algunos reportes en ganado vacuno y en cerdos domésticos. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la prevalencia presentada para anticuerpos contra *B. abortus* en este estudio (14.9 %) fue inferior a la encontrada por Lord & Flores (1983), que reportan presencia de anticuerpos en el 58 % de las muestras de chigüiros evaluadas. Igualmente, la prevalencia de *B. abortus* fue baja en nuestro estudio, comparada con lo encontrado en ganado vacuno en países de alta prevalencia, como es el caso de Colombia (Rodríguez *et al.* 2005). También la prevalencia en nuestro estudio de este patógeno fue baja en comparación al 41.8 % encontrado en búfalos de agua *B. bubalis var bubalis* en Venezuela (Vargas 2004) y en pecaríes *Tayassu tajacu* que presentaron un porcentaje de positividad del 30 % en hatos en Venezuela donde conviven con el gana-

do bovino (Lord & Lord 1991). Así mismo, la prevalencia de *Brucella* en los chigüiros evaluados fue baja en comparación a lo encontrado en cerdos con *B. suis* (Farro *et al.* 2002).

De otra parte, *L. interrogans* es una bacteria que presenta diferentes serovares que pueden ser patógenos o no dependiendo de la especie infectada. En el venado de las pampas de Brasil *Ozotoceros bezoarticus* se ha encontrado una prevalencia de *L. interrogans* del 24 % de los individuos (Mathias *et al.* 1999), mientras que para el ganado vacuno y cerdos se reportan prevalencias superiores al 40 % (Cisneros *et al.* 2002, Alfaro *et al.* 2004), y en roedores entre el 12 y 13 % (Cvetnic *et al.* 2003, Sacsapisque *et al.* 2003). Teniendo en cuenta lo anterior, para la población de chigüiros evaluamos seis serovares patógenos para especies domésticas y para el humano y creemos que la prevalencia encontrada en este estudio es relativamente alta (36.2 %) respecto a lo encontrado en roedores silvestres. Sin embargo, la prevalencia de *Leptospira* encontrada en este estudio es baja, comparada con la prevalencia del 63.3 % de diferentes serotipos de *Leptospira* reportada para chigüiros en Venezuela (González-Jiménez 1995), y con la prevalencia del $86.0 \pm 18.2\%$ de varios serovares de *Leptospira* (principalmente *georgia*, *canicola* y *ballum*) en chigüiros mantenidos en un zoológico de Iquitos, Perú (Cueva *et al.* 2010).

Existe una gran variedad de mamíferos, aves y reptiles que son reservorios de *Leptospira*. Dentro de los mamíferos, los roedores han sido identificados como reservorios naturales de serovares como *L. pomona*, *L. grippotyphosa* y *L. icterohaemorrhagiae*, entre otras (Cvetnic *et al.* 2003, Vanasco

et al. 2004, Magalhães *et al.* 2006), por tal motivo podemos sugerir que el chigüiro también puede ser un reservorio para esta bacteria.

En este estudio encontramos predominancia de serovares diferentes a los reportados por González-Jiménez (1995) para chigüiros en Venezuela (*L. canicola*, *L. ballum*, *L. hardjo*, *L. hebdomadis* y *L. wolffi*), tal diferencia puede ser porque utilizan baterías con serovares distintos a los que nosotros empleamos. En dos municipios encontramos cinco serovares, siendo el serovar *L. grippityphosa* el más prevalente y común en todos los municipios. Este serovar ha sido encontrado en roedores de ciudad como *Rattus rattus* (Sacsapisque *et al.* 2003), en roedores silvestres como las ardillas (Martínez *et al.* 1998) y en animales domésticos (Alfaro *et al.* 2004) que actúan como reservorio. Adicionalmente *L. grippityphosa* es un serovar que puede afectar al humano (Cisneros *et al.* 2002, Rodríguez *et al.* 2000).

La mayoría de los títulos obtenidos son bajos, es decir reaccionantes a 1:100. Ésta reacción y la ausencia de enfermedad clínica en los animales del estudio puede sugerir que este patógeno se presenta de forma endémica. Aunque la patogenicidad de la *Leptospira* entre serovares, puede ser modificada por el medio ambiente o por una permanencia prolongada en el huésped (Alfaro *et al.* 2004), se puede estar presentando una gran proporción de infecciones en forma subclínica, como sucede en el ganado vacuno. Por ello, es necesario establecer estudios clínicos y serológicos de los animales a través del tiempo, y observar si la prevalencia de estos anticuerpos aumenta, disminuye o se mantiene; además ver qué posibles repercusiones a nivel de salud tiene su presencia en los animales.

En este estudio pudimos determinar que las poblaciones de chigüiros evaluadas en los cuatro municipios del departamento de Casanare tienen o han tenido contacto con *B. abortus* y *L. interrogans*. Además, observamos que la mayor prevalencia para los dos patógenos en la población de chigüiros se presenta en el municipio de Hato Corozal. Esto puede explicarse debido a que la población de chigüiros en este sitio es afectada por la constante presión de caza, y por ser época seca, los animales que se lograron capturar correspondían a los más débiles, como se observó durante el examen clínico. Generalmente las poblaciones de chigüiros durante la sequía se ven disminuidas y los individuos se encuentran más débiles al no tener una alta disposición de alimento. Lo anterior, unido a una mayor intervención humana sobre el ambiente como se presenta en este municipio, hace que aumente la densidad de organismos causantes de enfermedades (Daszak *et al.* 2001, Primack *et al.* 2001).

Adicionalmente, el chigüiro al ser una especie que cohabita con una alta cantidad de animales domésticos como el ganado vacuno, los cerdos y los caballos, puede ser portador de patógenos que han sido transmitidos por animales domésticos. Es importante mencionar que en muchos casos, la mortalidad de poblaciones de fauna silvestres ha sido causada por patógenos transmitidos por los animales domésticos.

Podemos concluir que las prevalencias en general han sido bajas comparadas con otros estudios realizados en chigüiros y en animales domésticos. Sin embargo, sería recomendable realizar el estudio con un mayor número de animales y de manera pareada. Además sería necesario evaluar poblaciones de otros animales que comparten el mismo hábitat, para determinar

el verdadero papel que está desempeñando la especie en cuanto a la transmisión de estos patógenos al ganado vacuno, a otros animales domésticos y al humano. Finalmente, debemos considerar que las enfer-

medades juegan un papel importante en el éxito de los programas de manejo, por lo que su conocimiento es un fundamental dentro los programas de conservación (Scott 1988).

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare”(2005).

Literatura Citada

- Alfaro, C., Y. Aranguren, A. Calvito & C. Díaz. 2004. Prevalencia serológica de leptospirosis en ganado doble propósito del noreste de Monagas, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 22(2):117–124.
- Álvarez-Méndez, O. & K. Barragán. 2014. Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 185-195, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Bello, N., P. M. Villegas, R. Laserna & G. Gomez. 1974. La brucelosis en animales salvajes. El chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris*. *Veterinaria Tropical* 1:117-127.
- Cisneros, M., P. Moles, D. Gavaldón, N. Rojas & J. Torres. 2002. Serología diagnóstica de leptospirosis porcina en México 1995-2000. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 54(1):28-31.
- Cueva, A., E., G. H. Rivera, N. Sánchez P. & M. Ramírez V. 2010. Incidencia de infección por *Leptospira* spp. en ronsocos (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en cautiverio en un zocriadero en Iquitos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 21(1):106-112.
- Cvetnic, Z., J. Margaletic, J. Toncic, N. Turk, Z. Milas, S. Spicic, M. Lojkic, S. Terzic, L. Jemersic, A. Humsky, M. Mitak, B. Habrun & B. Krt. 2003. A serological survey and isolation of leptospires from small rodents and wild boars in the Republic of Croatia. *Veterinarni Medicina- Czech* 48(11):321–329.
- Daszak, P., A. Cunningham & A. Hyatt. 2001. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science* 287:103–116.
- Derrell, J. & E. Olfert. 1986. Rodents. Pp. 727 – 747, en Fowler, M. E. (eds.). *Zoo & wild animal medicine*. Current therapy 2. W.B Saunders Company. USA.
- Farro, D., N. Falcón, A. Manchego & H. Rivera. 2002. Frecuencia de *Brucella* sp. en porcinos, procedentes de granjas tecnificadas y no tecnificadas, beneficiados en dos mataderos de lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 13(2):72-77.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso noviembre de 2006).

- Kirkwood, J. 1996. Introduced components of biodiversity: Problems with introduction of infectious (including parasitic diseases). Lecture for the Swedish biodiversity centre course on introduced components of diversity: The problem of exotic organisms and translocations. Inglaterra.
- Lord, V. & R. Flores. 1983. *Brucella* spp. from the capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in Venezuela: Serologic studies and metabolic characterization of isolates. *Journal of Wildlife Diseases* 19(4):308–314.
- Lord, V. & R. D. Lord. 1991. *Brucella suis* infections in collared peccaries in Venezuela. *Journal of Wildlife Diseases* 27(3):477-81.
- Magalhães, D., J. Silva, E. Moreira, V. Wilke, P. Haddad & J. Meneses. 2006. Prevalência de aglutininas anti-*Leptospira interrogans* em cães de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2001 a 2002. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 58(2):167-174.
- Martínez, M., M. Ruiz & C. Rosa. 1998. Infecciones por *Leptospira*. Formas clínicas. Actitudes diagnósticas y terapéuticas. *Medicine* 7(79):3672-3675.
- Mathias, L., L. Girio & J. Duarte. 1999. Serosurvey for antibodies against *Brucella abortus* and *Leptospira interrogans* in pampas deer from Brazil. *Journal of Wildlife Diseases* 35(1):112–114.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1984. Decreto No. 1840 de agosto 3 de 1994. “Por el cual se reglamenta el Artículo 65 de la Ley 101 de 1993”. Colombia.
- Moeden Vander, J. 1964. Zoonoses. Elsevier Publishing Company.
- Monsalve, B. S., S. Mattar V. & M. González. 2009. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes *Revista de MVZ Córdoba* 14(2):1762-1773
- Primack, R., R. Roíz, P. Feinsinger & F. Massardo. 2001. Especies exóticas, enfermedades y sobreexplotación. Pp. 225 – 252, en Primack, R., R. Roíz, P. Feinsinger & F. Massardo. (eds.). *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Quesemberry, K. & J. Carpenter. 2004. Ferrets, rabbits and rodents. *Clinical medicine and surgery*. Second Edition. Saunders. USA.
- Ramiro, S., S. Vasconcellos, Z. Morais, A. Teixeira, R. Dias, M. Barros, F. Ferreira & J. Ferreira. 2004. Epidemiology of the Leptospirosis in wild animals at the Fundação Parque Zoológico de São Paulo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 41(3):189-193.
- Rodríguez, B., H. Gómez & R. Cruz. 2000. Leptospirosis humana: ¿Un problema de salud? *Revista Cubana de Salud Pública* 26(1):27–34.
- Rodríguez, Y., W. Ramírez, G. Antunez, F. Pérez & A. Igarza. 2005. Brucelosis bovina, aspectos históricos y epidemiológicos. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET® VI (9)*. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090905.html> (último acceso noviembre de 2006).
- Sacaquispe, R., M. Glenney & M. Céspedes. 2003. Estudio preliminar de Leptospirosis en roedores y canes de salitral, Piura–1999. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 20(1):39-40.
- Salas, V., E. Pannier, C. Galindez, A. Gols & E. A. Herrera. 2004. Methods for capturing and marking wild capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Venezuela. *Wildlife Society Bulletin* 32:202-208.
- Scott, M. E. 1988. The impact of infection and disease on animal populations: Implications for conservation biology. *Conservation Biology* 2:40-56.
- Silverman, M., L. Aronson, M. Eccles, J. Eisenstat, M. Gottesman, R. Rowsell, M. Ferron & D. Scolnik. 2004. Leptospirosis in febrile men ingesting *Agouti paca* in South America. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 98(8):851-9.
- Vanasco, N., M. Sequeiro, G. Sequeira & H. Tarabla. 2004. Associations between leptospiral infection and seropositivity in rodents and environmental characteristics in Argentina. *Preventive Veterinary Medicine* 65(1-2):117-8
- Vargas, F. 2004. Situación epidemiológica de la brucelosis en Venezuela. *Gaceta de Ciencias Veterinarias*. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).

Estudios microbiológicos e histopatológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare

Oscar Álvarez-Méndez & Karol B. Barragán F.

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es una especie de uso y aprovechamiento humano. Su estado sanitario puede tener implicaciones a nivel de la salud humana, por lo que es necesario implementar estudios al respecto. En este trabajo, realizamos la evaluación *post mortem* de chigüiros mediante estudios macroscópicos, histopatológicos y microbiológicos de las canales de individuos sacrificados y faenados bajo dos condiciones diferentes, en el Municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Los individuos evaluados presentaron altas infestaciones de endoparásitos y a nivel macroscópico observamos abscesos en el hígado y en la región costal. A nivel microscópico observamos algunas lesiones de posible origen parasitario, compatibles con lo observado macroscópicamente. Implementamos el uso de placas PetrifilmTM3MTM® como un método de evaluación de la contaminación microbiológica de la superficie de canales, usando algunos medios específicos para *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, bacterias mesófilas aerobias y *Salmonella* spp. No encontramos contaminación por *E. coli*; sin embargo, para *Staphylococcus aureus* y mesófilos encontramos diferentes niveles de contaminación, en mayor cantidad en las canales de los individuos faenados con el método tradicional, y dentro de estos, uno de los animales fue positivo a *Salmonella* spp. Verificamos que la forma de sacrificio y faenado de los chigüiros incide en la contaminación microbiana de las canales, por lo tanto la implementación de buenas prácticas de manufactura higiénico – sanitarias y ambientales son necesarias para obtener carne y productos derivados de mejor calidad.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, canales, histopatología, contaminación microbiológica, PetrifilmTM3MTM®

Abstract

Capibara (Hydrochoerus hydrochaeris) is specie that has been used for human consumption. Its health status could have implications for the human health, making nec-

essary to carry out research about this topic. In this study, we evaluated the post mortem status on capybaras slaughtered under two different conditions in Paz de Ariporo Municipality – Casanare Department (Colombia). Animals presented high infestations with endoparasites, to level macroscopic, we observed abscesses in the liver and costal region; and to level microscopic, we observed lesions possibly parasitic origin. We implement the use of plates Petrifilm™3M™® as a method of evaluation of the microbiological contamination of the surface of carcasses, with specific mediums for Staphylococcus, Escherichia coli, aerobic mesophilic bacteria and Salmonella spp. We found no contamination with E. coli. We found different levels of contamination with Staphylococcus aureus and aerobic mesophilic bacteria, mainly in carcasses from traditional slaughter. One of these carcasses was positive for Salmonella. We verified that the slaughter technique is involved with the microbiological contamination; therefore it is necessary to implement good hygienic, sanitary and environmental practices in order to obtain meat and derivatives of better quality.

Key words: *Capybara, Hydrochoerus hydrochaeris, carcasses, histopathology, microbial contamination, Petrifilm™3M™®.*

Introducción

Los patógenos provenientes de animales contribuyen al incremento de las enfermedades que son una amenaza para la salud pública (Monsalve *et al.* 2009). El riesgo de la mayoría de enfermedades procedentes de las poblaciones animales silvestres y domésticas es desconocido, así como su impacto en el medio ambiente. Muchas de estas enfermedades pueden llegar a afectar al hombre (Acha & Szyfres 1992), aumentando el riesgo para la salud pública, sobre todo cuando se trata de especies que como el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* son aprovechadas para el consumo de su carne.

La carne, considerada como una importante fuente de proteína, puede llegar a ser un vehículo de toxoinfecciones alimentarias, como consecuencia de una deficiente calidad higiénico - sanitaria en el sacrificio de los animales o de la contaminación duran-

te el proceso de elaboración de productos cárnicos (Hernández *et al.* 2007). Sin embargo, el espectro de enfermedades transmitidas ha cambiado en la medida en que han mejorado los sistemas de producción y elaboración. Por otra parte, el análisis de riesgos sobre la higiene de la carne, ha requerido que las medidas higiénicas se apliquen a todos los puntos de la cadena alimentaria, a fin reducir los riesgos para los consumidores (FAO & OMS 2009).

En este sentido, el conocimiento sobre la sanidad animal ha cobrado gran importancia, especialmente en especies silvestres. A través de estudios de salud en poblaciones de especies silvestres ha sido posible identificar la ruta de transmisión y el origen de muchas patologías (Daszak *et al.* 2001). Adicionalmente con estudios en especies que tienen potencial zootécnico es posible identificar patógenos zoonóticos y los riesgos de transmisión de estos a los consumidores.

Parte del estudio de salud comprende la evaluación de diferentes aspectos relacionados con la sanidad de los animales. Uno de estos componentes es la evaluación *post mortem* de los individuos que son utilizados para consumo humano. Dicha evaluación consiste en el análisis de todas las partes pertinentes de los animales sacrificados, con el propósito de emitir un dictamen sobre su inocuidad, salubridad y su destino (FAO & OMS 2009).

La inspección sanitaria de las canales y las vísceras, y los adecuados controles microbiológicos son importantes hoy en día dentro de las buenas prácticas de manufactura o BPM (Comisión 2001, Bravo 2003). La inspección sanitaria de las vísceras y canales consiste en su evaluación a nivel macroscópico. Sin embargo, en especies como el chigüiro donde se desconocen aspectos relacionados con sus patologías, un examen a nivel microscópico es adecuado y proporciona mayor información.

Métodos

Este estudio lo realizamos en Hato La Victoria, ubicado en el municipio de Paz de Ariporo, en el departamento de Casanare. El hato cuenta con un beneficiadero o lugar de sacrificio y faenado de animales, el cual fue adecuado para mantener las condiciones de higiene apropiadas para el desarrollo del estudio.

En el hato capturamos 30 chigüiros silvestres con el método tradicional de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004) y utilizamos la restricción física para su manipulación y evaluación de su condición corporal *ante mortem*. Realizamos el sacrificio de los ani-

La inspección sanitaria mediante controles microbiológicos se ha venido implementando hace varios años en ganado vacuno, porcinos, aves y otras especies (Sumner 2002, Fernández-Ginés 2004). Las placas Petrifilm™3M™ son uno de los métodos que facilita esta evaluación y aunque su uso en las evaluaciones microbiológicas es relativamente reciente, existen investigaciones que demuestran su validez y eficacia para el análisis microbiológico de carne y productos cárnicos (Wilkens *et al.* 1996, Linton *et al.* 1997).

En este estudio realizamos una evaluación *post mortem* mediante el análisis macroscópico y microscópico y la evaluación microbiológica de las canales de chigüiros (*H. hydrochaeris*) faenados bajo dos condiciones diferentes. Lo anterior, con el fin de aproximarnos a la realización de las BPM exigidas nacional e internacionalmente, y a la vez conocer más al respecto sobre la especie.

males con métodos humanitarios como la insensibilización con la pistola de perno cautivo. Efectuamos el faenado en el beneficiadero del hato bajo condiciones de higiene, a partir del izado de los animales, seguido del desuello y el corte de la canal, al igual que en el ganado vacuno (Quiroga & Álvarez-Méndez 2014). Por otra parte, realizamos en campo el sacrificio y faenado de dos individuos, siguiendo el método tradicional de sacrificio a “garrotazos” (Ojasti 1973) y del faenado sobre el suelo (Figura 1), con el fin de hacer comparaciones de la calidad microbiológica de la carne durante el proceso.



Figura 1. Faenado del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* sobre el suelo

Una vez los animales fueron faenados y sus vísceras extraídas, realizamos la evaluación *post mortem* de cada uno de los treinta individuos, con el fin de evaluar la presencia de parásitos e identificar características anormales o lesiones visibles macroscópicamente en cada uno de los órganos y vísceras.

Histopatología

Tomamos muestras de los órganos y vísceras que presentaron lesiones o problemas como nodulaciones, coloraciones anormales y abscesos, entre otros (Figura 2), con



Figura 2. Toma de muestras de pulmón y otros órganos de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) durante su beneficio, para estudios histopatológicos. Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

el fin de hacer un análisis microscópico de estos hallazgos. Las muestras fueron conservadas en formol buferado al 10 %, para su posterior análisis histopatológico.

Realizamos el análisis de las muestras en el Laboratorio de Histopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia. Hicimos las tinciones rutinarias de hematoxilina/eosina para todos los cortes histológicos y adicionalmente realizamos la coloración tricrómica de Mason para detallar e identificar mejor algunas de las lesiones.

Parasitología

Recolectamos los endoparásitos gastrointestinales que encontramos en los chigüiros y los preservamos en alcohol al 70 %, con el fin de realizar su posterior identificación. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

Microbiología de las canales

Realizamos el estudio microbiológico de las dos canales obtenidas en campo y de diez de las canales obtenidas en el beneficiadero, con el fin de comparar la calidad microbiológica de la carne en ambos procesos. Para ello, hicimos cultivos en medios específicos para *Staphylococcus* (Figura 3), *E. coli*, bacterias mesófilas aerobias y *Salmonella*, a partir de las canales (Figura 4). Implementamos la metodología basada en placas para el desarrollo de pruebas microbiológicas, denominadas Petrifilm™3M™, a fin de estandarizar una técnica adecuada para el muestreo en campo y obtener un punto de referencia para estudios y monitoreos posteriores en la especie. La téc-

nica utilizada fue adaptada de la guía de recomendaciones para unificar criterios, elaborada por la Decisión de la Comisión 2001/471/ de las Comunidades Europeas

(Comisión 2001), en la que se establecen normas para los controles regulares de la higiene realizados por los explotadores de establecimientos de carnes frescas.



Figura 3. Pruebas microbiológica para la confirmación de *Staphylococcus aureus* en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*).



Figura 4. Muestreo microbiológico de las canales de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el beneficiadero del Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Dentro del beneficiadero adaptamos un laboratorio para realizar los cultivos microbiológicos (Figura 5), debido a que las muestras pueden contaminarse con frecuencia en campo. De esta forma, buscamos obtener una mayor confiabilidad en el proceso y disminuir las posibilidades de contaminación durante el muestreo.

Para facilitar el análisis de los datos, transformamos a logaritmos (Log_{10} de las unidades formadoras de colonias ufc/cm^2) los recuentos de colonias, obtenidos por los distintos métodos. Este criterio ha sido utilizado por otros autores (Wilkens *et al.* 1996) a la hora de tratar los resultados de los recuentos microbiológicos.



Figura 5. Laboratorio adaptado para realizar los cultivos microbiológicos en el beneficiadero del Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare)

Resultados

En la inspección *post mortem* encontramos abscesos en las costillas de uno de los individuos (Figura 6A), posiblemente debido a fracturas anteriores. Estas fracturas se encontraron en ambos costados del tórax, sin evidencia de heridas en la piel del animal, lo que demostraría que fue una agresión de tipo contuso y no cortopunzante (como el ocasionado por efecto de los dientes en una pelea entre animales). Los hallazgos pueden ser compatibles con un politraumatismo ocasionado posiblemente por un escape de una captura anterior, ya que también se evidenciaban zonas extensas de hemorragias severas en la región del muslo y rodilla derecha (Figura 6B). Así mismo, en el examen *post mortem* encontramos abscesos de origen infeccioso en algunos órganos.

Parasitología

En el examen de las vísceras blancas observamos en todos los animales una alta infestación por parásitos gastrointestinales (Figura 6C). Entre los parásitos encontramos helmintos (Figura 6D), la mayoría pertenecientes al género *Trichuris*, el cual se caracteriza por su forma de látigo. Así mismo, encontramos ooquistes de *Eimeria* spp. y huevos de nemátodos como *Capillaria* spp.

Los endoparásitos se localizaron en mayor proporción en el ciego de los animales, y en menor grado en otras porciones del intestino grueso. En el 66 % (20) de los chigüiros evaluados observamos nodulaciones en la serosa rectal (Figura 6E).

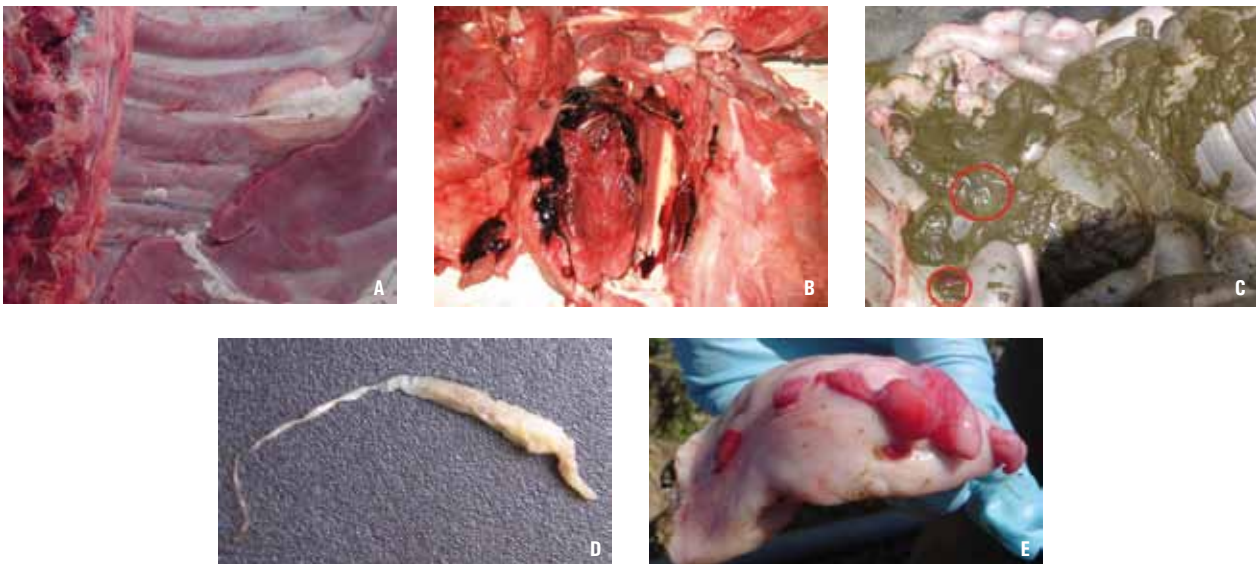


Figura 6. Hallazgos de la inspección *post mortem* de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) durante su beneficio.

- A. Absceso encontrado en la región costal interna.
- B. Hemorragia en los músculos por posible trauma.
- C. Parásitos en contenido intestinal (círculo rojo grande) y nódulo en la serosa de los intestinos de chigüiros (círculo rojo pequeño).
- D. Helminto intestinal deshidratado encontrado en intestinos de chigüiros.
- E. Nodulaciones encontradas en la serosa rectal.

Histopatología

Descripción macroscópica. Las principales lesiones las encontramos en los pulmones del 76.6 % (23) de los individuos evaluados. En ellos encontramos áreas extensas y difusas de congestión y zonas hiperémicas generalizadas sobre todo en el parénquima (Figura 7A). Observamos que los pulmones fueron consistentes al corte y algunas muestras tomadas no flotaron al ser introducidas en el formol.

En el 10 % de los animales encontramos hígados con piogranulomas de pequeño tamaño diseminados por toda la superficie del parénquima. El 6.6 % de los individuos presentaron hígados con abscesos focales de un diámetro de 5 milímetros (Figura 7B y 7C).

En el 20 % de los individuos encontramos abscesos en proceso de caseificación, principalmente hacía los costados del animal, sobre las costillas y espacios intercostales y sobre la superficie interna de la pared torácica (Figura 6A). En el 6.6 % de los animales se evidenciaron hemorragias severas y localizadas en los músculos de los miembros posteriores (Figura 6B).

Descripción microscópica. Obtuvimos cinco muestras de bazo con apariencia macroscópica normal, de las cuales dos presentaron múltiples focos de severa linfadenitis piogranulomatosa con células gigantes, incipiente esplenitis de las mismas características con depleción linfóide de agregados linfoides y abundante presencia de células plasmáticas.



Figura 7. Órganos y vísceras con lesiones y alteraciones evaluados en el análisis histopatológico durante el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). A. Pulmón congestionado. B. y C. Hígado con abscesos.

Obtuvimos muestras de seis riñones de apariencia macroscópica normal y observamos a nivel histológico nefritis piogranulomatosa extensa y severa en dos de las muestras. Tomamos muestras de los cinco hígados con abscesos visibles macroscópicamente y observamos focos de perihepatitis fibrosante. En el corazón hallamos una degeneración multifocal de las fibras cardíacas, con severo atascamiento de glóbulos rojos en capilares; escasos y leves focos de mio-

carditis mononuclear, algunos de ellos necróticos; leve epicarditis mononuclear y un pequeño micro trombo.

En los pulmones que presentaron lesiones a nivel macroscópico, observamos extensas áreas de neumonía, principalmente intersticial (Figura 8A) y en menor proporción bronquitis, con abundantes heterófilos y algunas células gigantes. También observamos extensas áreas de engrosa-

miento septal pulmonar con aparente proliferación de tejido conectivo y severa infiltración y retención de heterófilos. Encontramos moderados focos de arteritis con infiltración de heterófilos y algunos mononucleares y deposición de material mineral en la media, una aparente hialini-

zación del tejido y necrosis en vasos mayores. Con la ayuda de la tinción tricrómica de Mason, identificamos dentro de varios vasos estructuras compatibles con parásitos (helmintos, corte transversal) rodeados por una reacción inflamatoria de apariencia crónica (Figura 8B).

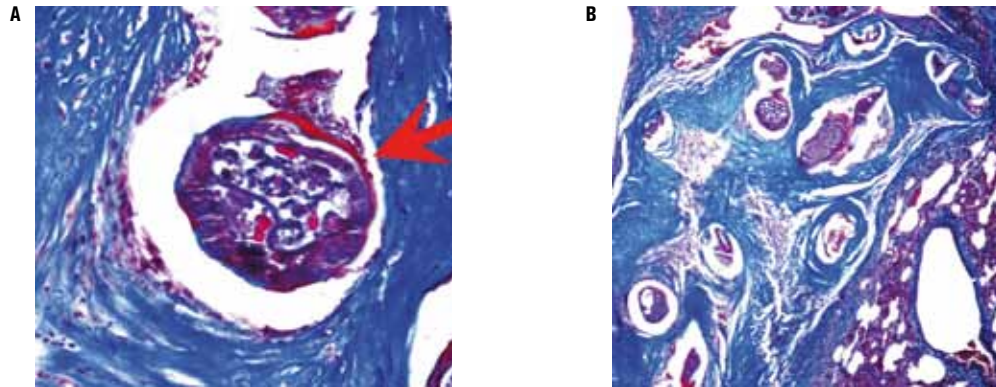


Figura 8. Corte de tejido de pulmón de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). A. Apariencia de neumonía intersticial en pulmones de un chigüiro. B. Corte transversal de un parásito (helminto) intravascular en el pulmón.

Microbiología de canales

De acuerdo a los recuentos, ninguna de las canales presentó evidencia de la presencia de *E. coli* y coliformes. En los recuentos para *S. aureus* y bacterias aerobias (mesófilos) encontramos valores variados (Figura 9). Las canales obtenidas en campo presentaron los valores más altos para *S. aureus*, y

una de ellas presentó un valor muy elevado de mesófilos en comparación a las canales obtenidas en el beneficiadero bajo condiciones de higiene (Figura 10). Los cultivos para *Salmonella* spp. fueron negativos en todas las canales, a excepción de una de las canales obtenida en campo, la cual fue la única positiva para ésta bacteria en el estudio (Figura 11, Tabla 1).

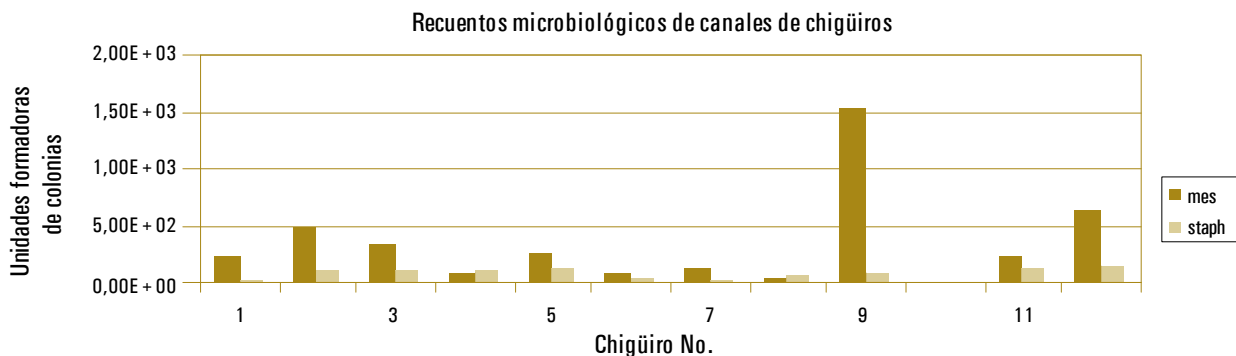


Figura 9. Recuentos microbiológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) sacrificados y faenados en el Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Los individuos 9 y 12 fueron sacrificados y faenados en campo. Mes = Mesófilo, staph = *Staphylococcus aureus*

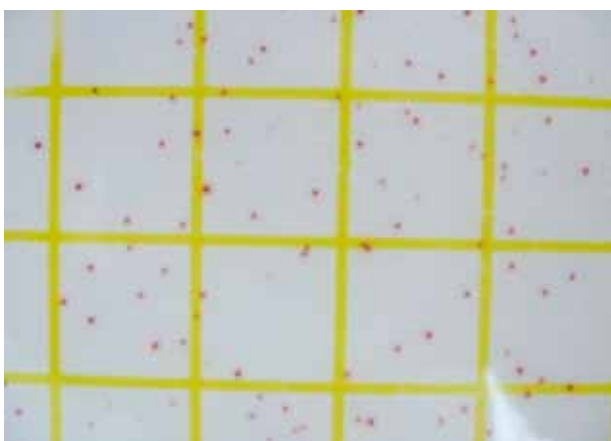


Figura 10. Recuento de colonias de mesófilos presentes en la canal de un chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) sacrificado y faenado en campo en el Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).



Figura 11. Cultivo microbiológico positivo para *Salmonella* spp., de una canal de chigüiro sacrificado y faenado en campo en el Hato La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Tabla 1. Resultados de cultivos microbiológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Los valores están expresados en Log10 de las unidades formadoras de colonias ufc/cm². **Individuos sacrificados y faenados en campo con el método tradicional.

Individuo	<i>Escherichia coli</i> y Coliformes	Mesófilos (ufc/cm ²)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ufc/cm ²)	<i>Salmonella</i> spp.
1	Negativo	2.40E+02	2.00E+01	Negativo
2	Negativo	3.10E+02	1.00E+02	Negativo
3	Negativo	4.90E+02	1.00E+02	Negativo
4	Negativo	3.30E+02	1.00E+02	Negativo
5	Negativo	9.00E+01	1.20E+02	Negativo
6	Negativo	2.50E+02	5.00E+01	Negativo
7	Negativo	9.00E+01	3.00E+01	Negativo
8	Negativo	1.20E+02	7.00E+01	Negativo
9**	Negativo	5.00E+01	8.00E+01	Positivo
10	Negativo	1.53E+03	9.00E+01	Negativo
11	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
12**	Negativo	2.30E+02	1.20E+02	Negativo

Discusión

Aunque las cargas parasitarias encontradas en este estudio fueron altas, ninguno de los animales evidenció diarrea, anemia o mal

estado corporal, lo que puede significar un equilibrio entre huésped y parásito, haciendo que los animales no manifiesten ningún

signo aparente de enfermedad (Brown & Belding 1967). Hay que señalar que este tipo de parásitos, no tiene una marcada especificidad de hospedero, motivo por el cual parasita un gran número de especies animales. Esto indica una clara relación con el ganado bovino, junto con el cual comparte su hábitat, y sería importante hacer un análisis parasitológico que involucre a especies domésticas de la región.

Las afecciones parasitarias ocasionadas por helmintos, son causantes de graves enfermedades o debilitamiento. Las lesiones más frecuentes en el intestino suelen ser congestión y edema de la mucosa cecal, acompañado de diarrea y pérdida de peso (Lopage 1984). En el caso de nemátodos que se localizan en el tracto digestivo, como el *Trichuris* sp., las larvas forman nódulos, como los observados en las vísceras blancas de los chigüiros de este estudio, que alteran la función del órgano digestivo conduciendo a hipoproteinemia y deficiente absorción de calcio y fósforo. La presencia de *Trichuris* sp. en chigüiros ha sido registrada por Calderón *et al.* (1975) y Méndez (1993) y se encuentra en todos los mamíferos domésticos (Gállego 2006).

En los chigüiros evaluados encontramos ooquistes de *Eimeria* spp. y huevos de nemátodos como *Capillaria* spp. Aunque estos parásitos han sido encontrados en chigüiros en cautiverio (Santa Cruz *et al.* 2005), también pueden hacer parte importante dentro de las cargas parasitarias de las poblaciones silvestres.

Los *Stongyloides* spp., nemátodos encontrados frecuentemente en bovinos, han sido reportados también en los chigüiros (González-Jiménez 1995, Méndez 2003). Este tipo de parásito posiblemente fue el

encontrado a nivel histológico en el pulmón de uno de los chigüiros evaluados. Las larvas de este tipo de nemátodos migran a través del hígado, los pulmones y otros órganos, ocasionando daños a los tejidos, que junto con los mecanismos de defensa del huésped provocan mayores lesiones, lo que también se correlaciona con los abscesos hepáticos y los focos de peri hepatitis fibrosante hallados.

En chigüiros se han encontrado otros endoparásitos tales como *Taxonchis schistoscotyle*, *Hippocrepis hippocrepis*, *Monocestus* spp., *Crucifilaria tubero cauda*, *Vianella bicrocaberi*, *Protozoophaga obesa* y *Trichoelix* (Mones & Martínez 1983). En individuos mantenidos en cautiverio en Argentina se ha registrado la presencia de ooquistes de *Eimeria* spp., huevos de *Capillaria* spp. y larvas de *P. obesa* (Santa Cruz *et al.* 2005). En poblaciones silvestre de chigüiros de la zona de estudio y de los municipios de Yopal y Trinidad en el departamento de Casanare, se han hallado parásitos como *Trichostrongylus* sp. y áscaris (posiblemente *Toxocora canis* o *Neoascaris vitolorum*) que parasitan bovinos y caninos, con los cuales comparten el hábitat (Orduz *et al.* 2007).

Entre los hallazgos histopatológicos a nivel renal y del bazo observamos una inflamación piogranulomatosa. Este proceso inflamatorio puede presentarse debido a diversos patógenos, bacterianos, virales o protozoarios (Kitt 1985), que ocasionan lesiones de tipo crónico y no se evidencian de manera clínica en el individuo.

Las áreas congestionadas observadas en los pulmones a nivel macroscópico y la neumonía intersticial observada a nivel microscópico, podrían estar asociadas a pato-

logías virales y bacterianas. Sin embargo, también es común relacionar este hallazgo con broncoaspiración al momento del sacrificio con la pistola de perno cautivo, ya que observamos que varios individuos, luego de la insensibilización con este método, presentaron sangrado por las fosas nasales.

El tipo de lesiones macro y microscópicas que encontramos en las canales y en las vísceras hace que disminuya la calidad de éstas y que sean objeto de decomiso, ya que existe riesgo de salud pública. Es muy importante poder correlacionar este tipo de hallazgos con cultivos microbiológicos, aislamientos virales, estudios clínicos y paraclínicos *in vivo*, entre otros, para tratar de llegar a diagnósticos definitivos y/o dar mayor claridad a los hallazgos y poder determinar con certeza las implicaciones en la salud pública y epidemiológica en las poblaciones de esta especie.

En cuanto al estudio microbiológico de las canales, el recuento de aerobios mesófilos indica el grado de contaminación global en relación a la higiene del procesado de los animales. Así mismo, la presencia de enterobacterias es un indicador de calidad microbiológica y un alto número de ellas indica la posibilidad de que existan microorganismos entéricos patógenos.

El intervalo entre valores aceptables, dudosos e inaceptables, lo establece la legislación de cada país y ésta difiere si el producto es para mercado interno o para exportación. En el caso del recuento total de colonias aerobias en las canales obtenidas en campo, los resultados de este estudio comparados con Comisión (2001) se encuentran entre los valores dudosos e inaceptables, lo cual puede estar causado por las condiciones

ambientales de la zona de faenado, las altas temperaturas y las humedades relativas (Sumner 2002).

Uno de los hallazgos importantes en este estudio fueron las diferencias encontradas en la calidad de los procesos de sacrificio y faenado y su relación con la contaminación de las canales. Las canales provenientes de individuos faenados con el método tradicional estuvieron contaminadas con una mayor cantidad de mesófilos y *S. aureus*.

Para el caso del cultivo de *Salmonella* spp., no existen valores de aceptación, ya que la sola presencia de la bacteria es un indicador de contaminación. Por esto, la presencia de *Salmonella* spp. es inaceptable bajo cualquier circunstancia y esta relacionada con todos los procesos de producción de la canal. En nuestro estudio esta bacteria estuvo presente en uno de los individuos que fueron faenados en campo, lo cual indica que éste método no es apropiado para obtener canales de consumo humano.

Estos resultados son similares a los observados en canales de porcinos, bajo las mismas condiciones de muestreo y recuento (Fernández-Ginés 2004). Esta situación indica, que independientemente de la especie analizada, los recuentos se ven alterados principalmente por la manipulación, los equipos y las condiciones ambientales durante el sacrificio y el faenado.

Con este estudio pudimos verificar que la forma de sacrificio y faenado de los chigüiros incide en la contaminación microbiana de las canales. Por lo tanto, se recomienda implementar buenas prácticas de manufactura para obtener carne y productos derivados de mejor calidad, ya que son alimentos destinados para el consumo humano.

En cuanto al uso de las placas Petrifilm™3M™®, se muestra como una alternativa para la reducción de los tiempos de trabajo respecto al método convencional, evitando la preparación de medios de cultivo y facilitando la visualización de las colonias y su recuento, lo que facilita de manera considerable el muestreo en campo. Los resultados sugieren que el uso de placas Petrifilm™3M™® se pueden implementar como método de evaluación de la contaminación microbiológica de la superficie de canales de chigüiro.

Finalmente, destacamos la importancia de realizar una inspección sanitaria a los chigüiros que son sacrificados para el consumo humano. Esta inspección debe ser rea-

lizada por personal especializado como un médico veterinario debidamente capacitado, con el propósito de efectuar en la planta de beneficio un manejo integral de los animales vivos, las canales y productos comestibles y no comestibles.

Se recomienda mantener las áreas y procesos que cumplan con las exigencias higiénico – sanitarias y ambientales nacionales e internacionales para esta labor. Adicionalmente, es necesario realizar estudios de salud que incluyan el componente *ante mortem* y *post mortem* para tener una mayor certeza en cuanto al origen de las patologías y su efecto en la salud de las poblaciones silvestres y la salud pública.

Agradecimientos

Al doctor Carlos Moreno, coordinador del Laboratorio Clínico de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia; al doctor Carlos Arturo Iregui, director del Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia y al doctor Jimmy Vargas del Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, por su colaboración en el procesamiento de las muestras para los estudios sanitarios. A la doctora Marta Cecilia Suárez, del Instituto Colombiano de Tecnología de Alimentos-ICTA, por su orientación en los estudios de microbiología. A Genaro Escarraga por la participación y asesoría en el faenado de los chigüiros.

Esta investigación fue desarrollada dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005).

Literatura Citada

- Acha, P. & B. Szyfres. 1992. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Segunda Edición. Organización Panamericana de la Salud. USA.
- Bravo, A. 2003. Manual de procedimientos para monitoreo microbiológico oficial en mataderos de exportación. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Chile.
- Brown, H. & D. Belding. 1967. Parasitología clínica. McGraw-Hill Interamericana Editores. México.
- Calderón, H., E. Castilla & F. Lozano. 1975. Aspectos fisiológicos y sanitarios del chigüiro. *Cespedesia* 4(13):15-44.
- Comisión (Comisión de las Comunidades Europeas). 2001. Normas para los controles regulares

- de la higiene realizados por los explotadores. Anexo II (circular 3579) de la Comisión 2001/471. Diario Oficial de las Naciones Europeas. Comunidad Europea.
- Daszak, P., A. Cunningham & A. Hyatt. 2001. Emerging infectious diseases of wildlife – threats to biodiversity and human health. *Science* 287:103–116.
- FAO & OMS (Organización Mundial de la Salud & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. *Codex Alimentarius. Producción de alimentos de origen animal*. Roma.
- Fernández-Ginés, J. M. 2004. Comparación del muestreo con técnicas microbiológicas rápidas y tradicionales en matadero sobre canales de vacuno. *Eurocarne* 124:63-70.
- Gállego, B. J. 2006. Manual de parasitología: Morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. Universitat de Barcelona.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- Hernández, S., A. Zuñiga, I. Sánchez, J. Castro, A. D. Román & E. V. Santos. 2007. Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo, México. *Veterinaria-México* 38(2):187-194.
- Kilt, T. 1985. Tratado de anatomía patológica general. Editorial Labor, S.A. Barcelona.
- Linton, R., W. Eisel & P. Muriana. 1997. Comparison of conventional plating methods and petrifilm for the recovery of microorganisms in a ground beef processing facility. *Journal of Food Protection* 60(9):1084-1088.
- Lopage, G. 1984. Parasitología veterinaria. Editorial Continental. México.
- Méndez, E. 1993. Los roedores de Panamá. 1ra. edición. Edición Privada. Panamá.
- Mones, A. & B. Martínez. 1983. Estudios sobre la familia Hydrochaeridae. Parasitológicas y parasitologías de H. Brisson 1762. *Revista Facultad Ciencias Servicio de Ciencias Biológicas* 1:297-329.
- Monsalve, S., S. Mattar V. & M. González. 2009. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y re-emergentes. *Revista MVZ Córdoba* 14(2):1762-1773.
- Orduz, S., L. E. Mesa & C. V. Cleves. 2007. Parásitos gastrointestinales en chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Revista Acovez Edición* 104 37(1). Disponible en http://www.acovez.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=26 (último acceso noviembre 2011).
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Quiroga, G & O. Álvarez-Méndez. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 363-382, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Salas, V., E. Pannier, C. Galindez, A. Gols & E. A. Herrera. 2004. Methods for capturing and marking wild capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Venezuela. *Wildlife Society Bulletin* 32:202-208.
- Santa Cruz, A., N. Sarmiento, J. González, J. Comolli & J. Roux. 2005. Parásitos gastrointestinales de carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) del criadero “Marchi-E”, Baradero, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen V – 038*. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-038.pdf>. (último acceso octubre 2006).
- Sumner, J. 2002. The use of predictive microbiology by the Australian meat industry. *International Journal of Food Microbiology* 73:363–366.
- Wilkens, S., A. Jacob, H. Globesh & J. Thien. 1996. Evaluation of bacterial count on carcass surfaces. Applicability of Petrifilm in comparison to other methods. *Fleischwirtschaft* 76(10):1006-1009.



SECCIÓN IV.
MANEJO Y CONSERVACIÓN

Descripción y comparación del proceso de aprovechamiento de 6800 ejemplares de *Hydrochoerus hydrochaeris* en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare), Colombia

Patricia Bejarano M. & Nelson Vélez A.

Grupo de Estudios Ecológicos Oikos

Resumen

Realizamos la caracterización y comparación del proceso de aprovechamiento de 6800 ejemplares de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en cuatro hatos de la vereda Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo (Casanare). Documentamos el procedimiento de captura, sacrificio y faenado de 344 de los animales, así como los pasos para la obtención de los productos y subproductos. Determinamos el sexo, peso y talla de los animales sacrificados en cada hato y en promedio, así como las dimensiones de las pieles obtenidas, el peso de las lonjas de carne fresca y deshuesada y de los salones. Encontramos que los individuos aprovechados tuvieron un peso promedio de 38.5 ± 5.8 Kg. El peso promedio del animal desangrado y sin vísceras abdominales, pero con cabeza, extremidades y piel fue de 25.5 Kg. El peso promedio del salón fue de 9.5 Kg. El aprovechamiento no fue selectivo por sexos, ya que se sacrificó un mayor porcentaje de hembras (56.42 %) que de machos (43.58 %), varias de las cuales estaban preñadas. El mayor rendimiento fue en carne fresca (33 %) y en vísceras (33 %). La eficiencia del aprovechamiento fue del 42.1 %. Presentamos algunas recomendaciones para mejorar el aprovechamiento de los chigüiros.

Palabras claves: Chigüiro, *Hydrochoerus hydrochaeris*, aprovechamiento, rendimiento.

Abstract

*We characterized and compared the process of exploiting of 6800 specimens of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in four ranches of vereda Caño Chiquito in Paz Ariporo (Casanare) Municipality. We documented the process of capture, slaughter and dressing of 344 animals, and the steps to obtain the products and byproducts. We determined the sex, height and weight of animals slaughtered in each ranch and on average, and the dimensions of the skins obtained the weight of boned fresh meat and the salones. The individuals harvested had an average weight of 38.5 ± 5.8 Kg. The average weight of animal eviscerated, but with head, limbs and skin was 25.5 Kg. The average weight of the salon was 9.5 Kg. The harvest was not sex-selective, because in it sacrificed a higher*

percentage of females (56.42 %) than males (43.58 %), several of which were pregnant. The highest yield was in fresh meat (33 %) and in viscera (33 %). The yield of exploitation was 42.1 %. We present some recommendations to improve the use of capybaras.

Key words: *Capybara, Hydrochoerus hydrochaeris, exploitation, yields.*

Introducción

El aprovechamiento de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* a escala comercial se ha dado en varios países suramericanos. En Argentina se aprovecha principalmente la piel, mientras que en Venezuela y Colombia se aprovecha la carne de manera comercial. En Colombia desde el Siglo XIX se ha hecho aprovechamiento comercial de la carne (legal e ilegal), principalmente durante la Semana Santa o cuaresma, con el fin de cubrir la demanda en Venezuela (ICN 2002).

En las sabanas de la Orinoquía colombiana, el aprovechamiento de los chigüiros se realiza de forma tradicional en las denominadas “chigüiranzas”, en donde las manadas son rodeadas por varios hombres y los cazadores utilizan garrotes para sacrificar los animales golpeándolos en la cabeza (Ojasti 1973). De igual forma, el proceso para la obtención de la carne y transformación en salón se viene realizando en el mismo lugar de captura, sin las mínimas condiciones de salubridad y prevención (CCI 2002). Tal situación puede llevar a la contaminación con patógenos que se encuentran en el suelo (Torres 1964), por lo que la calidad de la carne podría ser cuestionada (Ojasti 1973). Esto a su vez puede llevar a fracasos económicos al no cumplir las condiciones sanitarias mínimas requeridas para la comercialización de la carne y otros productos. Es por ello que surge la necesidad de avanzar en la evaluación de los procesos

de aprovechamiento, como requisito indispensable para lograr el uso sostenible y para la aprobación de un producto para consumo humano.

El interés por el aprovechamiento legal de las poblaciones silvestres de chigüiros se ha incrementado, así como las exigencias ambientales y sanitarias para su comercialización. En las últimas décadas en el departamento de Casanare, los dueños de hatos donde existen poblaciones silvestres de esta especie, se han organizado en asociaciones de criadores como parte de un programa de la administración departamental, apoyado por la autoridad ambiental regional. Es así como se han consolidado agrupaciones tales como la Asociación de Criadores de Chigüire de Paz de Ariporo – ASOCHIPA.

Durante el año 2003 la autoridad ambiental regional (CORPORINOQUIA) autorizó a ASOCHIPA para el aprovechamiento comercial de chigüiros en cuatro de sus hatos asociados. Mediante varias resoluciones CORPORINOQUIA autorizó a los hatos La Victoria (Resol. 200.15.03-0083), Marbella (Resol. 200.15.03-0074), La Esperanza (Resol. 200.15.03-0073) y La Estación (Resol. 200.15.03-0072), de Paz de Ariporo, para iniciar “la fase comercial para el aprovechamiento y comercialización de carne y pieles” de 6800 chigüiros. Para ello ASOCHIPA coordinó la captura, sacrificio y aprovecha-

miento de los cupos autorizados para cada hato. En este proceso el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos, quien ha realizado en la zona estudios de caracterización de las poblaciones de chigüiros y sus hábitats (ver Oikos 2003, Bejarano *et al.* 2005, Bejarano *et al.* 2014 y Torrijos-Otero 2014), fue el encargado de hacer su seguimiento. El propósito de este seguimiento fue el de documentar el proceso realizado durante la fase de aprovechamiento comercial de los chigüiros, y en particular, para dar cumplimiento a la Resolución 343 de 1994 del Ministerio de Agricultura-INDERENA (Anexo A). La información obtenida durante este proceso de aprovechamiento es un complemento del estudio de caracterización de poblaciones realizado por Bejarano *et al.* (2014). Estos dos estudios serán de utilidad

para el manejo futuro de las poblaciones de chigüiros en la zona. Así mismo, serán útiles para encontrar formas complementarias de potencializar nuevos subproductos que hagan de dicho aprovechamiento un proceso más eficiente.

Aunque el seguimiento al proceso de aprovechamiento se realizó con el fin de dar cumplimiento al Artículo tercero de la Resolución 343 de 1994 del Ministerio de Agricultura-INDERENA, el objetivo principal de este trabajo fue obtener información confiable, de utilidad para realizar el seguimiento y los ajustes en cuanto a la forma de manejo de las poblaciones naturales de chigüiros en la zona, y la forma que se está haciendo el aprovechamiento del recurso en la actualidad.

Métodos

Durante cinco días de marzo de 2003, registramos y describimos todo el proceso de aprovechamiento de 6800 chigüiros provenientes de poblaciones silvestres de los hatos Marbella (3500 individuos), La Victoria (2500 individuos), La Esperanza (500 individuos) y La Estación (300 individuos), ubicados en la vereda Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo (Casanare), los cuales contaban con el permiso de la autoridad ambiental. La captura y sacrificio de los chigüiros fue realizada por cazadores de la siguiendo el método del garrotazo. Este método ha sido empleado tradicionalmente tanto en Venezuela como en Colombia para matar chigüiros, ya sea para caza de control o para su aprovechamiento comercial (Ojasti 1973).

Una vez los cazadores llevaron los animales sacrificados al lugar de acopio, procedimos a organizarlos en filas, para posteriormente marcarlos, medirlos, sexarlos y pesarlos antes que fueran eviscerados. En los sitios de procesamiento, en la medida de lo posible, hicimos seguimiento a la obtención de cada producto de los animales previamente etiquetados. Esto con el objeto de tener el registro de rendimientos para cada uno de los ejemplares previamente registrados en campo.

Realizamos un muestreo de 344 animales sacrificados (5.06 % del total autorizado), de los cuales registramos la información referente al sexo, peso total, longitud total y alzada. Además, registramos otra informa-

ción exigida por la Resolución 343 de 1994 del Ministerio de Agricultura-INDERENA, relacionada con código de marcaje, longitud y ancho máximo de la piel obtenida por animal, peso, longitud y descripción de los demás productos a comercializar como lonja de carne fresca y salón y huesos.

Para la toma de estos registros utilizamos un trípode metálico con una báscula de reloj de gancho con precisión de 250 g. El trípode facilitó el trabajo de campo puesto que su utilización hizo posible realizar las medidas con solo un operario. Las dimensiones del animal y de la piel las establecimos con cinta métrica convencional, con precisión al centímetro. A cada animal sacrificado le colocamos un precinto de tela tanto en la oreja como en el tarso, de tal

manera que mediante su marcaje se pudiera hacer seguimiento de los pesos y medidas de la carne y piel en relación con la talla y peso del animal. La información así obtenida la consignamos en un formato en el que cada ejemplar fue referenciado con el número del precinto. Debido a que tanto la piel como la carne son sometidas a procesos de lavado y secado, algunas marcas se perdieron, impidiendo realizar todos registros correspondientes a los 344 animales muestreados.

A partir de los datos obtenidos, calculamos los estadísticos de dispersión y establecimos los rendimientos. Esta información es de gran utilidad para evaluar el aprovechamiento que en la actualidad se está haciendo del recurso.

Resultados y Discusión

Descripción de las etapas del proceso de sacrificio y faenado

A continuación presentamos un resumen de las etapas que realizan cazadores y operarios para llevar a cabo el proceso de sacrificio y faenado de los chigüiros.

Captura. La manada se corretea a caballo y los animales son sacrificados con garrotes de madera. Una vez derribados y abatidos, todos los animales que por su talla son aptos para aprovechamiento se recogen y se apilan cerca al sitio de transporte.

Eviscerado. Practicando una incisión ventral longitudinal se extraen las vísceras abdominales antes de trasportarlos al sitio de faenado.

Extracción de la piel. Descargados en el sitio de faenado, se inicia de manera inmediata la extracción de la piel. Aun cuando existen diferentes grados de destreza entre los desolladores, en general el corte de la incisión abdominal hecha para el eviscerado, se prolonga hasta el cuello. Posteriormente se hacen cortes longitudinales a lo largo de las extremidades, rematando con un corte alrededor y por encima de las manos y de las patas, para finalmente recortar la piel por detrás de las orejas. Según la destreza del operario, el proceso suele demorar entre 5 y 10 minutos.

Extracción de la lonja de carne. Separada la piel se extrae la lonja de carne, para lo cual se sigue un orden semejante al explicado para la extracción de la piel, es decir,

también se inicia por la parte ventral del animal separando la carne de las costilla, hasta llegar a la columna vertebral. Se hacen cortes longitudinales a largo de las extremidades para separar la carne de los huesos, siempre cortando y rasgando. Dependiendo de la destreza se tira de la columna vertebral para separar el carapacho¹ de tal forma que este salga con la cabeza, la columna vertebral, la caja torácica y las extremidades. Finalmente, la lonja de carne es salada para su conservación y es puesta a secar al sol y luego se almacena.

Infraestructura utilizada en el proceso de sacrificio y faenado

En los hatos La Esperanza, Marbella y La Victoria se utilizaron tanques de 500 litros para lavar la carne y la piel y un mesón para el salado de las mismas. En los hatos La Esperanza y La Victoria, una vez salada la carne, ésta se colgó sobre trozas de bambú dispuestas en varias líneas apoyadas en sus extremos sobre maderos, de tal forma que quedaron aproximadamente a 2 m del suelo. En el Hato Marbella, la carne salada se colocó sobre hojas de palma dispuestas sobre el piso en un área abierta, de tal manera que formaban un tapete continuo. En los dos métodos, las lonjas se voltearon periódicamente para que el proceso de secado se realizara de forma homogénea.

En el Hato La Victoria se construyó un beneficiadero en ladrillo y cemento, con un cuarto para el almacenamiento de los salones secos. En los hatos La Esperanza y Marbella, las lonjas se apilaron en un lugar sombrío y fresco. En el Hato La Estación las lonjas se apilaron sobre un tablado elevado en un área abierta y se cubrieron con plástico. En

todos los sitios, las pieles se salaron y apilaron extendidas, formando columnas de 80 a 100 pieles, que se ubicaron sobre tablados.

Maquinaria y mano de obra utilizada

Se utilizaron motobombas para la extracción de agua de pozos profundos y vehículos para el transporte de los animales entre los sitios de captura y de faenado. En todo el proceso intervino el siguiente personal:

Cazadores. Grupo de vaqueros que sacrificaron los animales, generalmente cinco por faena por hato.

Evisceradores. Generalmente dos o tres personas que se encargaron de ir eviscerando los animales sacrificados antes del transporte al lugar de extracción de carne y piel.

Apiladores y conductor. El conductor y un ayudante se encargan de cargar los vehículos con los animales eviscerados.

Desolladores. Es el grupo más grande, entre diez y quince personas por hato, dependiendo del tamaño de la faena. Cada persona procesa un animal hasta obtener la carne y la piel. Generalmente también se encargan de lavar los productos para entregárselos limpios a los saladores. El grupo procesa un promedio de 60 animales por día.

Saladores. Dos personas por hato se encargan de salar la carne y la piel. Estos son los mejor remunerados.

Personal de cocina. Se encargan de preparar los alimentos y refrigerios para los trabajadores. Al menos dos personas por hato.

1 Carapacho: Nombre dado al conjunto de la osamenta resultante del aprovechamiento de la carne y piel del animal. Esqueleto unido por tejidos y carne sobrante.

Personal de apoyo y otros servicios. Tanto el personal de cocina como el de apoyo, generalmente hacen parte de la nómina del hato. Están pendientes de la limpieza, de la organización del área de trabajo, de colgar, airear y apilar los salones, entre otras labores.

Evaluación de los animales sacrificados

En la Tabla 1 presentamos el número de registros obtenidos a partir de los animales muestreados para cada variable evaluada. La información la presentamos tanto para cada hato como para la totalidad del muestreo. Con base en esta información elaboramos los estadísticos de dispersión y el cálculo de rendimientos.

En total registramos el sexo de 335 animales; tomamos el peso total de 224 individuos y el peso sin vísceras en 111. La longitud total la medimos en 334 individuos, la alzada en 333, el peso de la lonja fresca en 306, el peso y dimensiones de la piel, así como el peso de los huesos lo registramos en 305 ejemplares. Pesamos las lonjas de carne salada y seca (salones) de 400 animales.

Estadísticos de dispersión y tendencia central. En la Tabla 1, presentamos los estadísticos de dispersión y tendencia central tanto para cada hato como para la totalidad del muestreo. Es importante aclarar que en el momento de la visita a la zona, ya se habían realizado los sacrificios autorizados para el Hato La Estación, razón por la que no obtuvimos información relacionada con los animales capturados en este predio. Solamente establecimos los estadísticos correspondientes a los salones.

Desde el punto de vista biológico, es importante tener en cuenta la información proveniente de la totalidad del muestreo,

puesto que el conocimiento relacionado con la población de chigüiro no se puede restringir a áreas pequeñas correspondientes a los límites prediales sino a superficies naturales donde se llevan a cabo actividades de migración, alimentación y descanso, determinadas a partir de la oferta ambiental disponible (Bejarano *et al.* 2014). Es por esta razón que en la Tabla 2, presentamos los estadísticos de dispersión y tendencia central para la muestra total evaluada.

De acuerdo con estos resultados, podemos establecer que los individuos aprovechados tuvieron en promedio de 38.5 ± 5.8 Kg, con animales que oscilaron entre 23 y 59 Kg. Los estadísticos de dispersión y tendencia central para cada hato, más que mostrar algún patrón determinado en la población, los calculamos teniendo en cuenta que según la Resolución 343 de 1994, vigente en el momento de realizar este trabajo, las licencias para aprovechamiento comercial autorizadas y expedidas por CORPORINOQUIA fueron otorgadas por predios y no por territorios. Sin embargo, esta información permite apreciar algunas diferencias entre los animales sacrificados en cada predio, que pueden estar relacionadas con la oferta de agua, alimento y sombrero a nivel local. En los hatos La Victoria y Marbella donde la densidad de la población es alta (2.25 ind/ha y 1.25 ind/ha, respectivamente; Bejarano *et al.* 2014), el promedio de peso de los animales sacrificados es menor en comparación con La Esperanza (Tabla 1), en donde la densidad no es tan elevada (1.14 ind/ha; Bejarano *et al.* 2014). Estas diferencias se ven reflejadas en el tamaño y peso de los salones, ya que en el Hato La Victoria se obtuvieron los salones con un peso promedio de 8.1 Kg, menor en comparación al obtenido en los otros hatos (Tabla 3).

Tabla 1. Estadísticos de dispersión y tendencia central para los registros obtenidos en los hatos La Esperanza, Marbella y La Victoria, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Hato	Estadísticos	Peso Total (Kg)	Peso Sin Visceras (Kg)	Long. Total (cm)	Alzada (cm)	Long Ext. Post. (cm)	Peso Lonja (Kg)	Peso Cuero (Kg)	Largo Cuero (cm)	Ancho Cuero (cm)	Peso Huesos (Kg)
La Esperanza	Promedio	40.50		105.56	42.32	45.66	14.68	3.56	92.61	84.18	10.04
	Varianza	32.54		38.23	6.24	8.55	5.29	7.79	49.19	49.58	2.61
	D. E.	5.70		6.18	2.50	2.92	2.30	2.79	7.01	7.04	1.62
	Máximo	59.00		118.00	51.00	54.00	20.00	31.75	115.00	100.00	14.50
	Mínimo	23.00		87.00	37.00	40.00	10.00	2.00	80.00	57.00	6.25
	Muestra (N)	119	-	118	117	-	110	109	109	109	109
Marbella	Promedio		25.50	102.30	41.64	44.05	11.94	3.16	93.10	76.54	8.94
	Varianza		17.78	45.03	10.61	10.07	5.96	0.33	62.27	67.32	2.33
	D. E.		4.22	6.71	3.26	3.17	2.44	0.57	7.89	8.20	1.53
	Máximo		35.00	120.00	47.00	57.00	18.00	4.25	115.00	92.00	12.50
	Mínimo		17.00	87.00	31.00	37.00	7.25	2.00	70.00	57.00	5.75
	Muestra (N)	-	111	111	111	-	106	106	106	106	106
La Victoria	Promedio	36.21		104.05	42.71	44.77	11.87	3.18	90.74	82.06	9.64
	Varianza	25.43		45.82	7.80	8.77	4.66	0.44	44.24	30.17	2.66
	D. E.	5.04		6.77	2.79	2.96	2.16	0.66	6.65	5.49	1.63
	Máximo	49.00		120.00	53.00	54.00	16.50	5.00	110.00	99.00	14.00
	Mínimo	26.00		87.00	35.00	37.00	7.50	2.00	76.00	72.00	6.00
	Muestra (N)	105	-	105	105	-	90	90	90	90	90
	Muestra Total	224	111	334	333	-	306	305	305	305	305

Tabla 2. Estadísticos de dispersión y tendencia central para la muestra total evaluada en los cuatro hatos visitados en el municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Estadísticos	Peso Total (Kg)/224	Peso sin vísceras (Kg)/111	Long. total (cm)/334	Alzada (cm)/333	Peso lonja (Kg)/306	Peso cuero (Kg)/305	Largo cuero (cm)/305	Ancho cuero (cm)/305	Peso huesos (Kg)/306
Total en la Muestra	8620.8	2830.5	34 736.0	14 058.0	3947.8	1008.5	28 130.5	24 674.0	2890.2
Promedio	38.5	25.5	104.0	42.2	12.9	3.3	92.2	80.9	9.5
Varianza	33.7	17.8	44.4	8.3	7.1	3.0	52.9	60.6	2.7
D. E.	5.8	4.2	6.7	2.9	2.7	1.7	7.3	7.8	1.7
Máximo	59.0	35.0	120.0	53.0	20.0	31.8	115.0	100.0	14.5
Mínimo	23.0	17.0	87.0	31.0	7.3	2.0	70.0	57.0	5.8

Tabla 3. Monitoreo peso de lonjas de carne salada y seca – salón en el aprovechamiento de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Salones	Hato Marbella	Hato La Estación	Hato La Victoria	Hato La Esperanza	Valor medio general
Peso Total 100 Salones	839.0	1114.3	811.5	1045.3	3810.0
Promedio	8.4	11.1	8.1	10.5	9.5
Varianza	2.6	4.6	2.1	3.4	4.9
D.E.	1.6	2.1	1.5	1.8	2.2
Máximo	13.0	16.5	12.0	16.5	16.5
Mínimo	5.0	5.0	4.0	7.0	4.0

Distribución de sexos de los animales sacrificados. En la Tabla 4 presentamos la distribución de sexos de los animales sacrificados. Aunque la reglamentación establece que se deben seleccionar los animales por sexo y estado reproductivo, sacrificando de forma preferencial a los machos inactivos, observamos que el mayor porcentaje de animales utilizados para el aprovechamiento corresponde a hembras, algunas de ellas preñadas. De los 335 animales sexados, 146 eran machos (43.58 %) y 189 hembras (56.42 %), de las cuales nueve estaban preñadas como pudimos constatar. Es posible que esta cifra sea mayor ya que cuando evaluamos los animales sacrificados en el Hato Marbella, estos ya habían sido eviscerados, por lo cual no pudimos constatar el número de hembras preñadas sacrificadas.

La no selección de los individuos es una consecuencia del método de sacrificio, ya que éste consiste en perseguir a las manadas y dar muerte con garrote a los animales alcanzados sin importar su género o estado reproductivo. Esta técnica de captura y sacrificio beneficia a los animales más veloces y no favorece a los individuos más pesados ó con crías. Por ello, es necesario poner a prueba y adoptar métodos de sacrificio humanitarios que además de ocasionar la muerte de manera más inmediata, favorezca la selección adecuada de los animales antes del sacrificio.

Rendimientos. En las Figuras 1 y 2 presentamos la información relacionada con los rendimientos de cada producto obtenido a partir de los animales sacrificados, tanto para cada hato como para la población total. Los rendimientos para cada producto siguen el mismo patrón y los porcentajes son muy similares para los tres hatos evaluados.

El rendimiento promedio en carne fresca y en vísceras por animal es de aproximadamente 33 % para cada uno, siendo estos los porcentajes más altos de los productos y subproductos derivados del aprovechamiento del chigüiro (Figura 2). Esto muestra la importancia de aprovechar estos productos que en el momento de la evaluación no hacían parte de los productos de interés para comercialización. La carne fresca se procesó para su posterior venta como salones, es decir, carne seca y salada. Las vísceras y sangre fueron considerados como desperdicios y se dejaron a la intemperie para que fuera consumida por aves carroñeras. La piel y los huesos representan el 8 % y 25 % del animal, respectivamente. Este último producto, tampoco se aprovecha.

En términos económicos, la eficiencia del aprovechamiento alcanza tan solo el 42.1 %, dado que ni los huesos, ni las vísceras fueron aprovechadas. Adicionalmente la extracción de carne a manera de lonja para producir el salón hace que un porcentaje importante, que puede representar entre 3 y 5 Kg por animal, se quede adherido a los huesos sin ser utilizada. En el Hato La Esperanza, pesamos un carapacho completo, luego del proceso de “limpieza” realizada por aves e insectos carroñeros, encontrando que éste sólo pesaba 3.5 Kg. Esto implica que entre un carapacho fresco (9.5 Kg) y uno ya sometido a la acción de los carroñeros, podría haber cerca de 6 Kg entre carne, corazón, pulmones y otros órganos potencialmente aprovechables que permanecen dentro de la cavidad torácica del animal, puesto que durante el procesamiento, solo se retiran los órganos internos de la cavidad visceral. De igual forma, al considerar la pérdida de peso que tiene el salón frente a la carne fresca, el aprovechamiento aún

Tabla 4. Distribución de sexos por hato y para el total de individuos sacrificados durante el aprovechamiento de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

	Total Hatos	La Esperanza		Marbella		La Victoria	
		N	%	N	%	N	%
Animales Sacrificados	6800	500	7.4	3500	51.5	2500	36.8
Animales Muestreados	344	119	34.6	111	32.3	105	30.5
Animales Sexados	335	119	35.5	111	33.1	105	31.3
Machos	146	61	41.8	46	31.5	40	27.4
Hembras	189	58	30.7	65	34.4	65	34.4
Animales Muestreados		119		111		105	
Machos Por Hato (%)		61 (51.3 %)		46 (41.4 %)		40 (38.1 %)	
Hembras Por Hato (%)		58 (48.7 %)		65 (58.6 %)		65 (61.9 %)	
Neto Total Del Aprovechamiento:		HEMBRAS: 189 (56.4 %)		MACHOS: 146 (43.6 %)			

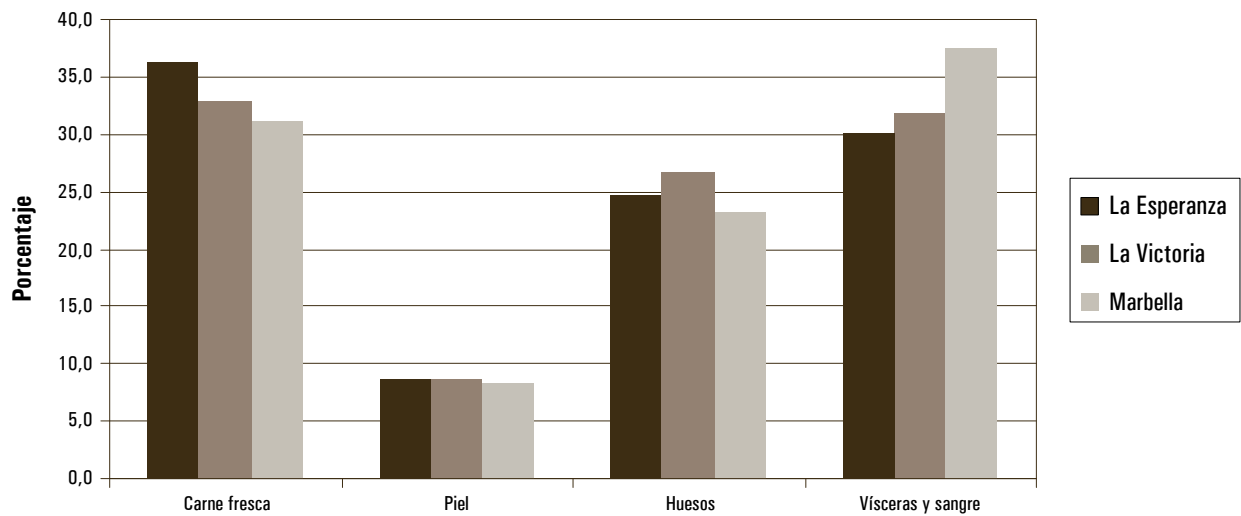


Figura 1. Rendimiento de productos derivados del aprovechamiento de *Hydrochoerus hydrochaeris* en tres hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

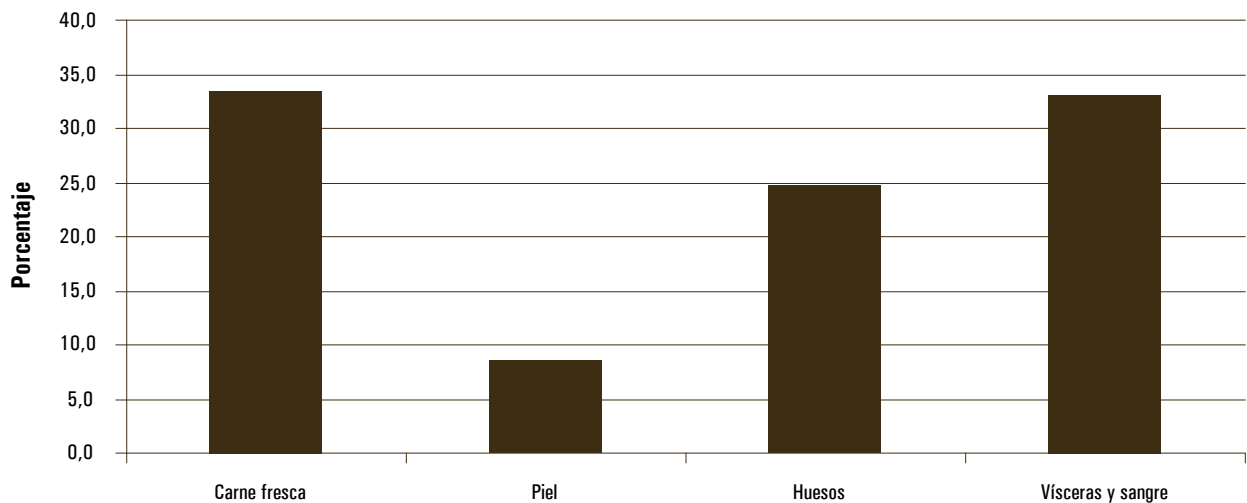


Figura 2. Rendimiento promedio de productos derivados del aprovechamiento de *Hydrochoerus hydrochaeris* en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

se hace menos eficiente, ya que en promedio el 30 % del peso de la lonja de carne fresca se pierde (Figura 3).

Finalmente, los salones cuyo peso promedio es mayor se encuentran en los hatos La Esperanza (10.5 Kg) y La Estación (11.1 Kg), en los cuales las densidades poblacionales son menores a las reportadas para los hatos Marbella y La Victoria (Bejarano *et al.*

2014). El peso promedio del salón en el Hato Marbella fue de 8.4 Kg, mientras que en el Hato La Victoria fue de 8.1 Kg.

Otros productos obtenidos. El aceite se presentó en cantidades muy inferiores a las reportadas por González-Jiménez (1995), quien encontró que un animal adulto puede aportar hasta 4 litros de aceite. En este sentido y aun cuando el diseño metodoló-

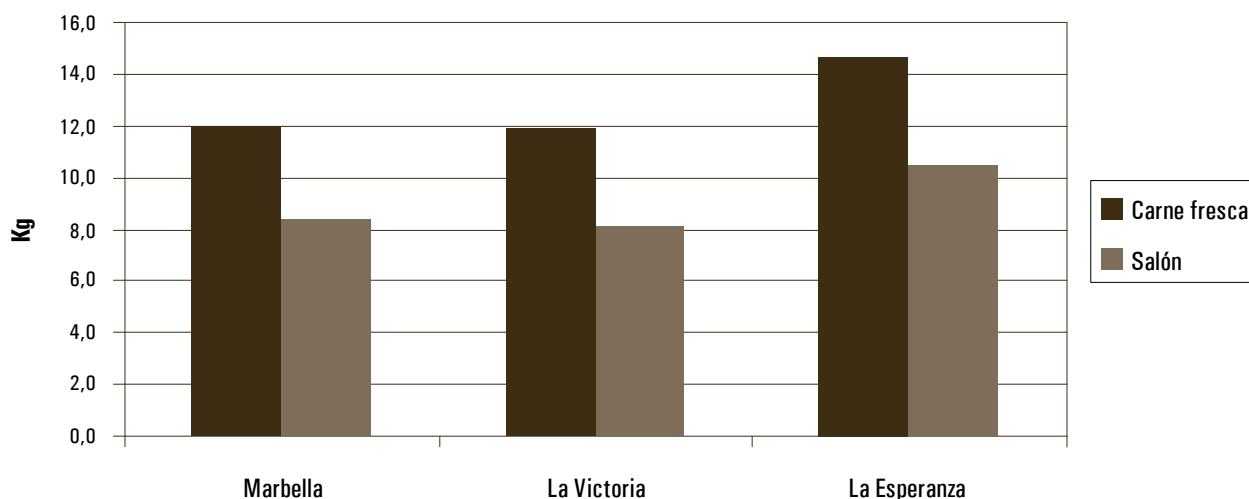


Figura 3. Pérdida de peso entre la carne fresca y el salón durante el aprovechamiento de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

gico del aprovechamiento no estaba enfocado a la obtención de este subproducto, se lograron algunos litros del mismo a partir de el freído de grasa desprendida de la piel y la carne de los animales.

En el Hato Marbella, de 111 ejemplares sacrificados se obtuvieron 7 litros de aceite que dejaron a su vez 4 kilos de chicharrones, con sólo una persona encargada de la extracción de la grasa. Caso semejante sucedió con la secreción de la glándula supranasal que resultó bastante escasa. Aun cuando por circunstancias de trabajo no se pudo determinar el número exacto de animales muestreados en este aspecto, debe tenerse en cuenta que el número de machos registrados fue de 146 y que el procedimiento sólo se aplicó a aquellos que tenían bien desarrollado el piporro (60 %).

Muestras de aceite y secreción supranasal fueron enviadas al laboratorio en donde fueron sometidos a análisis básicos. También recogimos cerca de 2000 dientes incisivos superiores e inferiores con el fin de someterlos a procedimientos de limpieza y pulido a fin de evaluar sus posibles usos.

Aspectos de interés para la autoridad ambiental CORPORINOQUIA y los usuarios del recurso

A continuación presentamos información de interés para la autoridad ambiental y los usuarios, a partir del trabajo realizado.

Peso promedio de los ejemplares en pie. De acuerdo con la muestra evaluada, los individuos aprovechados tuvieron un peso promedio de 38.5 ± 5.8 Kg, con animales que oscilan entre los 23 y 59 Kg.

Peso promedio en canal. Se ha de tener en cuenta que el proceso de aprovechamiento de chigüiros observado, no se ajusta a ninguna de las definiciones de carne en canal dadas para ganado vacuno o porcino. En el ganado vacuno se entiende por carne en canal, el animal desangrado, eviscerado, sin piel, sin cabeza y sin las extremidades. En el caso del porcino, la canal incluye la cabeza pero unida por los tejidos blandos y la piel.

El equivalente más aproximado, es el del animal desangrado y sin vísceras abdominales, pero con cabeza, extremidades y piel. El valor promedio que obtuvimos para

el animal en estas condiciones fue de 25.5 Kg, de los cuales un carapacho en promedio pesa 9.5 Kg.

Peso promedio del salón seco y salado.
El valor promedio del salón seco y salado fue de 9.5 Kg.

Número de ejemplares sacrificados o aprovechados discriminado por sitio.
Durante el tiempo de realización del aprovechamiento, pudimos observar que tanto el número de capturas como los lugares de captura se ajustaron a lo autorizado en las resoluciones de la Corporación.

Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con lo observado en campo durante el tiempo de realización del aprovechamiento, la cosecha directa del medio de poblaciones silvestres de chigüiro durante el mes de marzo de 2003, se ajustó a los cupos y lugares establecidos en las resoluciones de CORPORINOQUIA.

Para la selección de los animales que van a ser sacrificados, no hay eficiencia en el método de captura y sacrificio en cuanto a la identificación del género de los individuos, lo que se puede constatar con el porcentaje de hembras y machos sacrificados. Aunque se busca evitar el sacrificio de las hembras, pudimos observar que el aprovechamiento realizado incluyó un mayor porcentaje de hembras, varias de las cuales estaban preñadas.

Recomendamos buscar mercado para la carne fresca, con el objeto de aumentar la eficiencia en el aprovechamiento de la carne del animal, ya que la práctica de producir lonjas de carne salada (salones) conduce a la pérdida de peso, tanto por el secamiento de la carne como por un aprovechamiento ineficiente del total de la misma.

Aunque la distribución de los huesos en campo abierto y esparcidos en un área suficientemente amplia es considerada como

una buena forma de manejo ambiental, toda vez que facilita la acción de los carroñeros y la rápida descomposición de la carne adherida, es necesario tomar medidas ambientales para el manejo de estos subproductos desechados al igual que las vísceras. No resulta recomendable acumularlos en un sitio puesto que al impedir la acción de los carroñeros y detritívoros podría generar serios focos de contaminación.

La fauna de carroñeros y detritívoros muestra ser eficiente, al menos durante las primeras fases de sacrificio, para consumir las vísceras y los restos de carne de la osamenta que se desecha en las sabanas donde se realiza el sacrificio. Sin embargo, resulta recomendable hacer un seguimiento ambiental a estos sitios tanto en la época de lluvias como en la época seca, siguiente al sacrificio.

Es conveniente buscar alternativas para el sacrificio de los chigüiros, ya sea cambiando el método o buscando personal con mayor experiencia para evitar el sufrimiento de los animales, lo cual no solo es exigencia de ley (Ley 84 de 1989, en donde se disponen medidas para trato humanitario para la fauna doméstica y silvestre), sino es importante para mejorar la calidad de la carne.

Agradecimientos

Este estudio hizo parte del proyecto “Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare para formular una propuesta de conservación y manejo sostenible”, realizado entre los años 2002 y 2003 por el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos en convenio con la Gobernación de Casanare.

Los autores del presente trabajo, agradecemos la colaboración de Eduardo Martínez Sarmiento, propietario Hato La Esperanza; Luis Alberto Pérez Rincón, propietario Hato La Victoria; Humberto Toledo Ortiz y Over Toledo, propietarios Hato La Estación; Pablo Emilio García, propietario Hato Marbella. Así mismo, queremos manifestar nuestro agradecimiento a Saulo Orduz, zootecnista, Funcionario de CORPORINOQUIA; a Gerardo y Miguel de Cadavid Producciones. Libia y Pedro Parales y Marco Julio Fernández

Literatura Citada

- Bejarano, P., M. Rodríguez & N. Álvarez. 2005. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia. Pp. 20-45, en Oikos & UNITROPICOS (eds.). Memorias I Encuentro Latinoamericano sobre investigación y aprovechamiento sostenible de *Hydrochoerus hydrochaeris*. Yopal-Casanare.
- Bejarano, P., M. Rodríguez & N. Álvarez. 2014. Estructura y productividad de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia. Pp. 105-125, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- CCI (Corporación Colombia Internacional). 2002. Perspectiva de desarrollo de la producción y comercialización de chigüiro en Casanare. Gobernación de Casanare. Bogotá.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en Instituto de Ciencias Naturales. Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Ministerio de Agricultura-INDERENA (Instituto Colombiano de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente). 1994. Resolución 343 del 17 de mayo de 1994 “por el cual se establece el trámite y requisitos para determinar los productos, provenientes de la actividad de zootecnia, que pueden ser objeto de aprovechamiento comercial. Colombia
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.

- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Torres, G. J. L. 1964. Estudio sobre la explotación del chigüiro (*Hydrochaerus hydrochaeris*). Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Torrijos-Otero, P. 2014. Caracterización de vegetación en sabanas anegables asociadas a poblaciones silvestres de *Hydrochoerus hydrochaeris*. Pp. 45-58, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Anexo A.

Artículo 3 de la Resolución 343 del 17 de mayo de 1994. Ministerio de Agricultura - Instituto de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente INDERENA. Colombia

“Artículo 3: El titular de la licencia de zoocriadero en su etapa de funcionamiento (Comercial), que comercialice productos provenientes de la actividad de zootecnia, deberá informar a la entidad administradora, con antelación suficiente, la iniciación del proceso de sacrificio de animales, para que la entidad, pueda disponer la presencia de funcionarios que supervisen o controlen el proceso, durante o después del mismo. Estando dicho usuario, obligado a llevar un libro de registro de sacrificios, donde se hará constar:

- a. Código de marcaje del animal a sacrificar, de conformidad con el respectivo precinto.
- b. Peso total (gramos) y longitud total (centímetros), del animal recién sacrificado.
- c. Longitud y ancho máximo total (centímetros), de la piel obtenida por animal.
- d. Peso (gramos) de la carne obtenida por animal, excluidas las vísceras y cabeza.
- e. Peso (gramos), longitudes totales (centímetros), según el caso, y/o descripción de los demás productos a comerciar.

Con los datos así obtenidos en el proceso de sacrificio, el usuario elaborará una relación y se dispondrá el envío inmediato de una copia para el respectivo expediente.

Parágrafo: La entidad administradora podrá solicitar datos adicionales a los anteriormente señalados, para llevar el control y supervisión adecuado para cada especie y para sus productos.”

Formulación de una propuesta de aprovechamiento sostenible de poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare

Patricia Bejarano M., Miguel Rodríguez & Nelson Vélez A.

Grupo de Estudios Ecológicos Oikos

Resumen

Estimamos los valores de cosecha de las poblaciones silvestres de chigüiros de los municipios de Paz de Ariporo, Orocué y Hato Corozal, a partir de los parámetros poblacionales estimados para la zona de estudio, y de tres modelos de Máxima Cosecha Sostenible (MCS). Las poblaciones de chigüiros de la zona de estudio son susceptibles de cosecha, tal como lo evidenciamos al estimar una tasa intrínseca de crecimiento de la población (r) superior a 1 en los municipios de Paz de Ariporo ($r = 1.05$) y Orocué ($r = 1.05$). A partir de esta información elaboramos una propuesta de manejo sostenible para la especie en la zona. Determinamos la unidad de manejo más adecuada, de acuerdo con la biología de la especie, el comportamiento climático de la región y los distintos modelos para establecer la Máxima Cosecha Sostenible (MCS). Estos modelos presentan diferentes alternativas teniendo en cuenta varios criterios como son: i) el factor de extracción empleado por el Servicio de Fauna de Venezuela, ii) la proporción de juveniles y críos encontrados para las poblaciones estudiadas y iii) la tasa intrínseca de crecimiento de la población (r), para los municipios de Paz de Ariporo y Orocué, en donde fue posible realizar censos durante dos épocas de sequía consecutivas.

Palabras claves: poblaciones, Máxima Cosecha Sostenible (MCS), tasa intrínseca de crecimiento (r).

Abstract

In Paz Ariporo, Hato Corozal and Orocué Municipalities, we estimated the values of harvest of wild populations of capybaras from the population parameters estimated for the study area, and three models of Maximum Sustained Harvest (MSH). The populations of capybaras in the study area are susceptible to harvest, as we show in estimating intrinsic rate of population increase (r) greater than 1 in Paz de Ariporo ($r = 1.05$) and Orocué ($r = 1.05$) Municipalities. We developed a proposal for the sustainable management of capybara populations in the area. We determined the most appropriate management unit based on our results and according to the biology of the species, the

climatic behavior in the region and the different models to establish the Maximum Sustained Harvest (MSH). These models have different alternatives based on several criteria such as: i) harvest rate employed by the Wildlife Service of Venezuela, ii) the proportion of juveniles and offspring found in the population studied; and iii) The intrinsic rate of population increase (r) for Paz de Ariporo and Orocué, where it was possible to conduct censuses during two consecutive dry seasons.

Key words: Population, Maximum Sustainable Harvest (MSH), intrinsic rate of population increase (r).

Introducción

El aprovechamiento de la fauna silvestre puede hacerse con fines recreacionales, de subsistencia o por beneficio económico. Sin embargo, por principio el aprovechamiento debe realizarse sin poner en riesgo a la población, ni reducir su viabilidad genética y la capacidad de su hábitat para sostenerla a ella y a poblaciones de otras especies (Robinson & Redford 1997, Ojasti 2000). Para ello, se debe aprovechar como máximo lo correspondiente a la producción o tasa de incremento (Caughley & Sinclair, 1994), por lo cual es necesario conocer el crecimiento de la población (Caughley 1977), su estado actual (Bolen & Robinson) y su estructura por sexo y edades.

Aprovechar o cosechar una población sin que ésta sea afectada, implica mantener en el tiempo su producción para que la población permanezca en un tamaño determinado, aun cuando la extracción sea constante año tras año (Saltz 2001). Sin embargo, las poblaciones son susceptibles a la sobreexplotación y las especies de caza pueden ser llevadas a la extinción local (Robinson & Redford 1991). Por ello, es importante establecer cuotas de cosecha que no pongan el riesgo a la población.

Con base en la evaluación de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) realizada por Bejarano *et al.* (2005, 2014), elaboramos una propuesta de manejo sostenible para el aprovechamiento de la especie. En esta propuesta tuvimos en cuenta tanto las características poblacionales de la especie y de la región estudiada, como los intereses de los futuros administradores del recurso y de las autoridades ambientales de la región. Los objetivos específicos de nuestra propuesta fueron: 1) Recomendar las áreas y las actividades necesarias para aprovechar la especie de forma sostenible. 2) En los sectores identificados como áreas para el aprovechamiento y cuyos propietarios se encuentren interesados en ello, buscamos indicar las acciones a seguir para llevar a la población de chigüiros a una condición de aprovechamiento que permita obtener la Máxima Cosecha Sostenible (MCS). 3) Una vez identificadas las áreas de aprovechamiento sostenibles y las acciones conducentes a la obtención de la MCS, establecimos o sugerimos las acciones de orden técnico – jurídico que deben acometerse para que la organización social interesada en el aprovechamiento pueda manejar debidamente la especie. Es así como pudimos establecer diferentes modelos de Máxima Cosecha Sos-

tenible (MCS) y plantemos algunas recomendaciones relacionadas, como las áreas de manejo más adecuadas de acuerdo con la biología de la especie y las dinámicas climáticas e hidrológicas actuales de la región.

Este estudio hizo parte del trabajo de investigación que se adelantó durante los años 2002 y 2003, en el marco de un Convenio

entre la Gobernación de Casanare y el Grupo de Estudios Ecológicos OIKOS, donde se ejecutó el proyecto denominado “Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia con miras a formular una propuesta de conservación y manejo sostenible”.

Métodos

Realizamos la estimación del aprovechamiento o cosecha de poblaciones silvestres de chigüiros en 122 317 ha del departamento de Casanare, distribuidas en los municipios de Hato Corozal (20 000 ha), Paz de Ariporo (35 867 ha) y Orocué (66 450 ha). En Hato Corozal trabajamos en el Hato La Aurora, establecido como zoológico desde 1987 bajo la modalidad de manejo semi-extensivo. En Paz de Ariporo tuvimos en cuenta nueve hatos pertenecientes a la Asociación de Criadores de Chigüiro de Paz de Ariporo ASOCHIPA, la mayoría en jurisdicción de la vereda Caño Chiquito. En Orocué estimamos el aprovechamiento en un sector de los hatos San Pablo, Santana y San Felipe.

La formulación de la propuesta de aprovechamiento se basó en la obtención de la Máxima Cosecha Sostenible MCS. Para este cálculo, empleamos los datos poblacionales estimados por Bejarano *et al.* (2005, 2014) para la zona de estudio y el simulador demográfico Ramas Ecolab (1999), así como una hoja de Excel formulada para simular diferentes niveles de cosecha. Para el caso particular de los hatos/fincas de los tres municipios, utilizamos tres modelos

básicos de cálculo de la MCS, que son ampliamente empleados por los manejadores de poblaciones.

El primero de ellos, emplea el factor de extracción empleado por el Servicio de Fauna de Venezuela para calcular la cosecha anual que se otorga a los productores en dicho país y el cual corresponde a un valor muy cercano al 30 % calculado por Ojasti (1991) para estimar la cosecha sostenible del Hato El Frío. El segundo modelo de cálculo de la MCS, que emplea como factor estándar el generado por la proporción de juveniles y críos presentes en la población, asume que al sobrevivir esta fracción y tras su crecimiento hasta adultos, reemplazará a los adultos extraídos de la población. Estos dos primeros métodos los empleamos para todas las hatos muestreados y fueron la única opción aplicable a aquellas áreas donde no se realizó un segundo conteo, siguiendo la experiencia de Ojasti (1991). El tercer modelo lo empleamos para calcular la MCS en aquellos hatos en donde se realizaron conteos y estimaciones del tamaño de la población en dos épocas de sequía sucesivas, los cuales permiten establecer el

valor r o tasa intrínseca de crecimiento de la población. Esta estimación la obtuvimos a partir de la diferencia de los valores totales estimados de las poblaciones, en los dos periodos muestreados.

Los modelos de cálculo de la MCS requieren adicionalmente de información sobre la capacidad de carga (K) del hábitat. Para el caso particular del chigüiro en el departamento del

Casanare, optamos por emplear en la simulación dos valores de K (1.0 ind/ha y 2.0 ind/ha), reportados en la literatura ya que hasta el momento no se ha realizado ningún trabajo cuyo objetivo particular sea el de estimar dicho valor. Finalmente a la modelación de la MCS también se le introdujo un factor de corrección estándar de 0.4, relacionado con la probabilidad de supervivencia media de la especie (Ramas Ecolab 1999).

Resultados y Discusión

De acuerdo con la caracterización presentada por Bejarano *et al.* (2005, 2014), particularmente en lo que se refiere a estructura demográfica y biomasa, establecimos que las actuales poblaciones de chigüiro en las áreas evaluadas en los tres municipios estudiados son susceptibles de aprovechamiento. Sin embargo, requieren de un programa de manejo adecuado, cuya propuesta presentamos a continuación.

La propuesta presenta diferentes modelos de Máxima Cosecha Sostenible (MCS). De esta manera, damos tanto a los administradores del recurso como a la autoridad ambiental, opciones para escoger el modelo que más se ajuste de acuerdo a su experiencia y al conocimiento que cada una de estas instancias tenga de la región.

Unidades de manejo definidas

Existen varios contextos sobre los cuales se pueden proponer actividades de manejo con fines de aprovechamiento sostenible, que dependen más de consideraciones de orden jurídico y socioeconómico que de la biología de la especie y su dinámica poblacional; así tenemos:

1. El territorio conformado por la sumatoria de los hatos asociados en torno al aprovechamiento del chigüiro, aplicable al caso de la vereda Caño Chiquito y a los hatos Santana y San Felipe en el sector de Orocué.
2. La unidad predial definida como hato.
3. El hábitat continuo definido, por ejemplo, con una cañada, una mata de monte o un sector con espejos de agua de características particulares.

De acuerdo con los intereses de la región en cuanto al uso sostenible de la especie, consideramos más conveniente definir como unidad de manejo la primera unidad mencionada en el párrafo anterior, es decir, el territorio conformado por la sumatoria de hatos asociados en torno al aprovechamiento. Esto debido a que la movilidad mostrada por las poblaciones dentro del territorio conduce a obtener valores de r (tasa de crecimiento intrínseco de la población) más representativos en el contexto de esta unidad que en cualquier otra de las unidades mencionadas.

Por otra parte, atendiendo a las consideraciones de orden técnico, propias del aprovechamiento sostenible, éstas se hacen más

viables en el marco de un manejo colectivo de las poblaciones de un área como la mencionada. La delimitación arbitraria de poblaciones en función de los límites prediales no es apropiada para un manejo silvestre de las mismas.

Cálculo de la Máxima Cosecha Sostenible (MCS)

Es importante aclarar que las recomendaciones de cosecha solamente son aplicables a las áreas evaluadas en el presente trabajo. Igualmente es conveniente considerar que los valores que genera la estimación de la cosecha

son fundamentalmente una guía para el administrador del recurso. Es por esta razón, que se consideramos pertinente incluir diferentes modelaciones que le permitan al manejador de la población estimar, con mejores criterios, las consecuencias de sus decisiones.

Hato Corozal. Para modelar la MCS en Hato Corozal, partimos de la información que resumimos en la Tabla 1, respecto a población censada, estimada y hábitat potencial. Como en esta zona se efectuó un único censo, presentamos únicamente los resultados que generan los modelos uno y dos de simulación.

Tabla 1. Características del municipio de Hato Corozal empleadas para establecer los modelos de MCS de *Hydrochoerus hydrochaeris*.

Características	Valor
Área Total del Predio (ha)	20 000
Área de Hábitat Potencial (ha)	15 560
Área de Hábitat Habitada (ha)	11 492.7
Ejemplares contados (individuos)	1115
Población censada corregida (individuos)	2495
Población total estimada (individuos)	12 152
Proporción de juveniles y crías	0.4545

En la Tabla 2 resumimos los valores estimados para la MCS en el Hato La Aurora del municipio de Hato Corozal. Con un área potencialmente útil y habitada por chigüiros, La Aurora puede mantener, en valores

cercanos a su capacidad de carga teórica, cerca de 23 000 ejemplares. El censo realizado por Bejarano *et al.* (2014) permitió estimar la población en algo más de 12 000 animales.

Tabla 2. Valores de cosecha recomendados para *Hydrochoerus hydrochaeris* para la población del Hato La Aurora en el municipio de Hato Corozal. 2003. MMARN = Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Modelo de MCS	Cosecha recomendada absoluta	Cosecha recomendada relativa (ind/ha)
MMARN - Venezuela	3645.5	0.31
Proporcional Juveniles	5523.0	0.48

Paz de Ariporo. Calculamos la MCS para las poblaciones evaluadas en el territorio correspondiente a 12 hatos y fincas de la Vereda Caño Chiquito y uno de la vereda de Las Mercedes. El área total abarca cerca de 36 000 hectáreas. En esta superficie se hallan 20 066 hectáreas de hábitat potencialmente útil para alojar poblaciones naturales de chigüiro. Teóricamente, con la máxima capacidad de carga,

en esta extensión podrían establecerse cerca de 40 000 animales, mientras que los censos realizados por Bejarano *et al.* (2014) arrojan un valor estimado en 19 778 ejemplares.

En la Tabla 3 resumimos las características del territorio, las cuales empleamos para establecer la recomendación de cosecha (Tabla 4).

Tabla 3. Características del municipio de Paz de Ariporo empleadas para establecer los modelos de MCS de *Hydrochoerus hydrochaeris*.

Característica	Valores
Área Total (ha)	35 867
Área de Hábitat Potencial (ha)	20 066.24
Área de Hábitat Habitada (ha)	16 697.36
Ejemplares contados (individuos)	6929
Población censada corregida (individuos)	8159
Población total estimada (individuos)	19 778
Proporción de juveniles y crías	0.2559
Parámetro r medio (municipio)	1.20

Tabla 4. Valores de cosecha recomendados para *Hydrochoerus hydrochaeris* para las población de doce hatos en el municipio de Paz de Ariporo. 2003. MMARN = Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Factor de corrección por probabilidad de sobrevivencia hasta adulto.

Modelo de MCS	Número de individuos a cosechar
MMARN - Venezuela	5934
Proporcional Juveniles	5061
K (200 ind/Km ²) r particular	-440 (No es recomendable cosechar de acuerdo con este modelo)
K (200 ind/Km ²) r particular, 0.4**	-176 (No es recomendable cosechar con este modelo)
K (100 ind/Km ²) r particular	-220 (No es recomendable cosechar de acuerdo con este modelo)
K (100 ind/Km ²) r particular, 0.4	-88 (No es recomendable cosechar de acuerdo con este modelo)
K (200 ind/Km ²), r medio	3340
K (200 ind/Km ²), r medio, 0.4	1336
K (100 ind/Km ²), r medio,	1670
K (100 ind/Km ²), r medio, 0.4	668

Orocué. Calculamos la MCS para las poblaciones evaluadas en tres predios del municipio de Orocué, cuya superficie total

abarca 66 450 hectáreas en las que a su vez se hallan 20 857.6 hectáreas de hábitat potencialmente útil para alojar poblaciones

naturales de chigüiro. Teóricamente, con la máxima capacidad de carga, esta extensión podría albergar cerca de 40 000 chigüiros, mientras que los censos realizados por Bejarano *et al.* (2014) arrojan un valor estimado en 20 505.9 ejemplares.

En la Tabla 5 resumimos las características de cada uno de los hatos muestreados, las cuales empleamos para establecer la cosecha recomendada para estos sitios (Tablas 6 y 7).

Tabla 5. Características del municipio de Orocué empleadas para establecer los modelos de MCS de *Hydrochoerus hydrochaeris*. ** Dadas las diferencias entre los dos muestreos se emplean para el cálculo los valores del primer censo y el *r* medio estimado para los hatos del municipio

Característica	San Pablo**	Santana	San Felipe
Área Total del Predio (ha)	10 500	43 790	12 160
Área de Hábitat Potencial (ha)	5781.01	13 358.7	17 17.9
Área de Hábitat Habitada (ha)	2790.8	10 918.4	11 28.9
Ejemplares contados (2º censo)	568	1259	495
Población censada corregida (individuos)	609	4126	1795
Población total estimada (individuos)	2628	16 410	1467.9
Proporción de juveniles y crías	0.2564	0.3492	0.4688
Parámetro <i>r</i> particular	1.243	1.103	2.190
Parámetro <i>r</i> medio (municipio)	1.243	1.243	1.243

Tabla 6. Valores absolutos de cosecha recomendados para *Hydrochoerus hydrochaeris* para la población de tres hatos en el municipio de Orocué. 2003. MMARN = Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Factor de corrección por probabilidad de sobrevivencia hasta adulto.

Modelo de MCS	Cosecha absoluta recomendada			
	San Pablo	Santana	San Felipe	Total
MMARN - Venezuela	789	4923	440	6152
Proporcional Juveniles	663	5730	688	7650
K (200 ind/Km ²) <i>r</i> particular	678	1130	1344	3151
K (200 ind/Km ²) <i>r</i> particular, 0.4**	271	452	537	1261
K (100 ind/Km ²) <i>r</i> particular	339	565	672	1576
K (100 ind/Km ²) <i>r</i> particular, 0.4	136	226	269	630
K (200 ind/Km ²), <i>r</i> medio	678	2653	274	3605
K (200 ind/Km ²), <i>r</i> medio, 0.4	271	1061	110	1442
K (100 ind/Km ²), <i>r</i> medio,	339	1327	137	1803
K (100 ind/Km ²), <i>r</i> medio, 0.4	136	531	55	722

Tabla 7. Valores relativos de cosecha recomendados para *Hydrochoerus hydrochaeris* para la población de tres hatos en el municipio de Orocué. 2003. MMARN = Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. **Factor de corrección por probabilidad de sobrevivencia hasta adulto.

Modelo de MCS	Cosecha relativa recomendada			
	San Pablo	Santana	San Felipe	Total
MMARN - Venezuela	0.28	0.45	0.38	0.41
Proporcional Juveniles	0.23	0.52	0.59	0.51
K (200 ind/Km ²) <i>r</i> particular	0.242	0.10	1.19	0.21
K (200 ind/Km ²) <i>r</i> particular, 0.4**	0.097	0.041	0.47	0.08
K (100 ind/Km ²) <i>r</i> particular	0.121	0.051	0.59	0.10
K (100 ind/Km ²) <i>r</i> particular, 0.4	0.048	0.020	0.23	0.04
K (200 ind/Km ²), <i>r</i> medio	0.242	0.24	0.24	0.24
K (200 ind/Km ²), <i>r</i> medio, 0.4	0.097	0.097	0.08	0.09
K (100 ind/Km ²), <i>r</i> medio,	0.121	0.12	0.12	0.12
K (100 ind/Km ²), <i>r</i> medio, 0.4	0.048	0.04	0.04	0.04

Modelos de crecimiento de las poblaciones de Paz de Ariporo y Orocué. Con base en los valores de las tasas finitas de crecimiento medio de los municipios en que fue factible la realización de dos conteos en dos épocas secas sucesivas, así como del área de hábitat habitable total estimada en cada municipio y considerando también un valor de **K** máximo relativo de 2.0 ind/ha, calculamos las ecuaciones de crecimiento que tendrían las dos poblaciones en los próximos 10 años y a partir de las cuales generamos los modelos gráficos (Figura 1).

Del modelo gráfico (Figura 1), deducimos que tanto la población de Orocué como la de Paz de Ariporo se pueden encontrar, actualmente cerca de su valor de **K/2**. Igualmente concluimos que bajo un manejo sostenido, representado por tasas de MCS calculadas con base en una capacidad de carga de 200 ind/Km² y en los actuales valores de *r*, o bajo un estricto programa de conservación, cerca del año 2006 habrán alcanzado la máxima capacidad.

El ejemplo gráfico ilustra adecuadamente una situación demográfica muy probable y por demás deseable. Las diferencias entre los modelos de las dos poblaciones se originan en la mayor disponibilidad de hábitat que se observa en Paz de Ariporo (línea roja); no obstante es evidente que dado el mayor valor de *r* observado la población de Orocué (línea azul) alcanzará más pronto su capacidad de carga.

Es obvio que cuando el valor de *r* se estima con base en un solo intervalo de tiempo, la probabilidad de que en él influya el error muestral es mayor, pues de hecho está describiendo un episodio temporal en la dinámica de la población. En consecuencia, esta tasa no es exacta y puede no ser constante. Sugerimos entonces, a fin de acercarse cada vez más a un estimador no sesgado de *r*, mantener el monitoreo para cuantificar **N** en intervalos constantes, anuales, para luego modelar la regresión lineal entre **N** y **t**; ya que el coeficiente de regresión se constituye en un estimador más preciso de *r*.

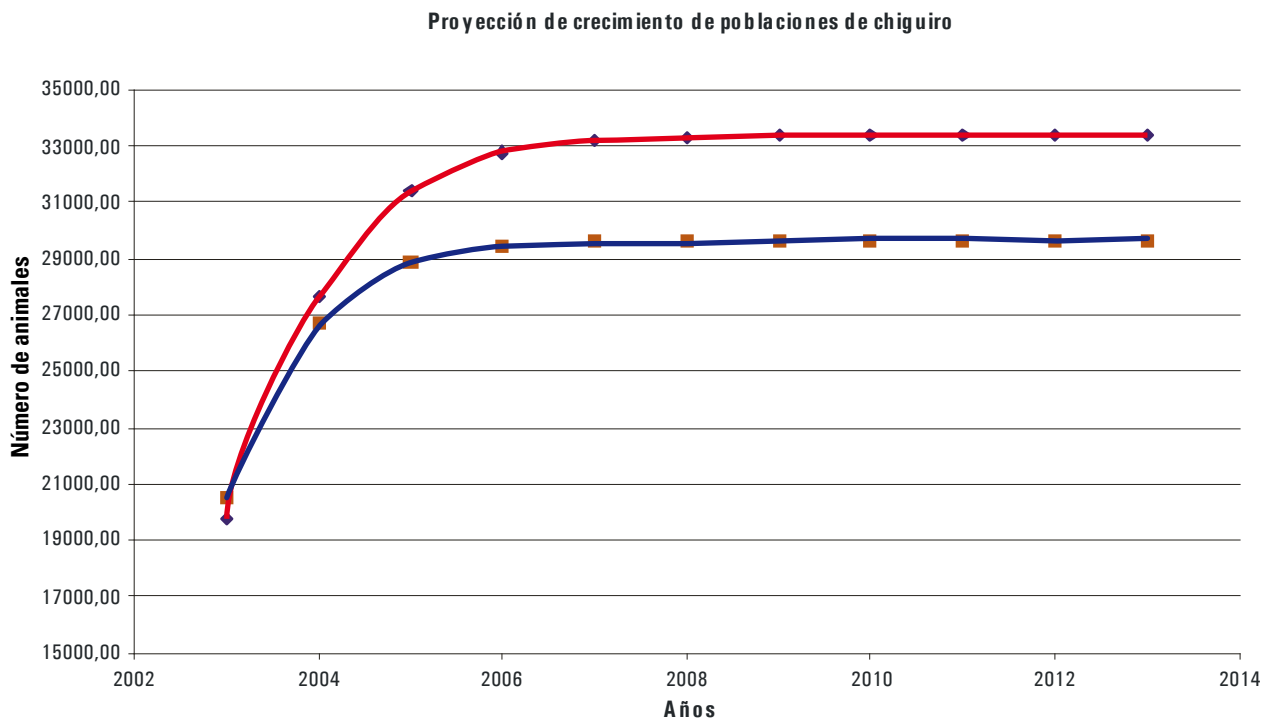


Figura 1. Proyección del crecimiento de poblaciones de chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* (número de animales) para los municipios de Paz de Ariporo (línea roja) y Orocué (línea azul).

Programación de actividades

Actividades de manejo de las poblaciones. Aunque *a priori* consideramos como posibles actividades de manejo el reforzamiento, la veda o la caza de control, los resultados obtenidos nos permiten recomendar la cosecha sostenible como la principal actividad de manejo para la zona.

Programación del aprovechamiento. A continuación exponemos las recomendaciones relacionadas con la forma más conveniente de aprovechar el recurso, de acuerdo con las características de las poblaciones en la época en que realizamos el estudio y los modelos de MCS propuestos para las áreas evaluadas.

En Hato Corozal, concretamente en el Hato La Aurora, se debe estimar la tasa de crecimiento intrínseco de la población r , para

establecer una programación de aprovechamiento. Para ello, sería indispensable realizar un nuevo censo durante la época seca en los sectores evaluados. Una vez obtenido el valor de r , se deben establecer los modelos que presentamos para los otros municipios evaluados, a partir de los cuales es posible hacer recomendaciones en cuanto a la programación del aprovechamiento.

De acuerdo con los modelos propuestos para el cálculo de la MCS, para los hatos evaluados en Paz de Ariporo recomendamos iniciar el aprovechamiento en los predios La Victoria, Marbella, La Esperanza y Liverpool, por presentar los mayores valores de densidad poblacional según Bejarano *et al.* (2014). Sugerimos que sobre los predios San José, El Cariño, California, La Estación y el Lagunazo aun no se realicen sacrificios debido a que los valores de densidad son inferiores a 0.5 ind/ha (Bejarano *et al.* 2014).

Sin embargo, si de acuerdo con los objetivos de manejo por parte de los propietarios se tiene establecido iniciar el aprovechamiento en algunos de estos predios, es recomendable seguir el modelo de MCS que permita la extracción del número de individuos más bajo con el fin de minimizar los posibles riesgos sobre las poblaciones.

Es importante aclarar que para el caso particular de las Sabanas Brayderas, por razones logísticas no fue posible realizar un segundo conteo en algunas localidades muestreadas. Por esta razón es probable que el cupo de aprovechamiento sea mayor que el proponemos en los modelos.

En los hatos San Pablo, Santana y San Felipe (municipio de Orocué), las poblaciones de chigüiro se encuentran en crecimiento, puesto que las tasas intrínsecas de las poblaciones r son superiores a uno. Por esta razón y de acuerdo con los índices de densidad, las poblaciones de chigüiro de los tres hatos evaluados son aptas para el aprovechamiento. Por ello, recomendamos dar inicio a las gestiones necesarias para empezar a utilizar el recurso de forma sostenible de acuerdo con los modelos propuestos.

Actividades de control y seguimiento. Cualquier actividad de manejo activo o pasivo de la población requiere de un proceso continuo de verificación, seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas. Este control y seguimiento es primordial si se trata de la implementación de un programa de cosecha sostenida al largo plazo.

Monitoreo y evaluación de impactos. Recomendamos que en cada unidad de manejo se mantenga un área adicional a la otorgada para extraer la cuota, equivalente al 5 % o al 10 % de ésta, como área de control

en la que entonces no se permite la cacería. Esta debe delimitarse claramente en el campo y será respetada por los grupos de cosecha.

Censo anual. Dependiendo del método que se adopte para establecer la MCS, será necesario implementar un programa de monitoreo que permita corregir o reajustar las tasas establecidas. En consecuencia, si se emplea una tasa estándar o una tasa derivada de la proporción de juveniles en la población cosechada, serán necesarios censos anuales a fin de determinar el impacto de la cosecha y la viabilidad biológica y económica de mantener la tasa estándar o para recalcular la nueva tasa. Si se opta por cualquiera de los métodos de cálculo de la MCS, el censo de las poblaciones podrá desarrollarse con una intensidad bianual, a fin de obtener nuevos valores de r ó determinar si la población está llegando o ha llegado a K .

Invariablemente los censos deben hacerse en las mismas áreas, sobre los mismos puntos y en lo posible a la misma hora. A partir de la adopción del plan de monitoreo o censo, cuatro réplicas de cada conteo serán recomendables a fin de mejorar la aproximación al valor más probable del tamaño de la población. De otro lado resultará aconsejable entrenar a un grupo de evaluadores quienes efectuarán los conteos, a fin de disminuir el sesgo de los datos que puede originar el evaluador.

Investigación básica y aplicada. Teniendo en cuenta las sugerencias de la FAO / PNUMA (1987), consideramos que es prioritario realizar los siguientes estudios:

1. Productividad: Estudios de parámetros reproductivos, relación densidad y productivi-

- dad poblacional, capacidad de sustentación de hábitats, producción primaria, disponibilidad y calidad, utilización de forrajes, competencia entre ganado y chigüiro.
2. Enfermedades de las poblaciones actuales en los hatos productores.
3. Utilización y manejo del hábitat: Calidad del hábitat, distribución y utilización especial.
4. Problemática de los hábitats boscosos.
5. Aspectos socioeconómicos: Valorización del recurso, rentabilidad, investigaciones costo-beneficio.
6. Comercialización: Evaluación de la demanda interna y externa, calidad del producto, sistema de comercialización, legislación.

Conclusiones y Recomendaciones

La propuesta formulada aporta la información cartográfica, ecológica, ambiental y social necesaria para orientar y organizar las acciones que se han de seguir en torno al aprovechamiento sostenible de la especie. Dentro de estas acciones incluimos las de manejo y las de investigación, que deben desarrollarse de manera simultánea para lograr los resultados esperados.

Si se trata de establecer medidas de conservación, la información generada permite determinar los tratamientos que deberían aplicarse y seguirse tanto para pequeñas poblaciones como para poblaciones que declinan, a fin de mantenerlas o de incrementar el número de sus efectivos. Caso contrario, los continuos muestreos y censos de la población, también permiten establecer el potencial y la factibilidad de mantener, como objetivo de manejo, el nivel de Máxima Cosecha Sostenible.

Plantear los objetivos deseables de manejo de las poblaciones requiere determinar la distribución y la abundancia actual, ya sea que éstas se encuentren o no sometidas a disturbios externos.

Posteriormente y con base en los valores iniciales, se establecen los cambios debidos a las medidas de manejo y sus tratamientos, en las dos mencionadas variables. Tanto la abundancia como la distribución se determinan mediante los procedimientos de conteo o censo y los posteriores monitoreos.

De los resultados concluimos que las poblaciones globales de los tres municipios se encuentran en condición de cosecha, por lo cual el objetivo de manejo que se declare podrá ser el de adelantar un programa anual de cosecha sostenible. Es importante aclarar y recordar que solo los modelos de cálculo de la MCS basados en los valores de K y R son sostenibles. Los modelos basados en proporciones relacionadas con la estructura etárica requieren de continuos ajustes.

De acuerdo con la información obtenida durante el estudio, no es recomendable establecer tasas extractivas en áreas prediales pequeñas, al menos dentro del sistema de rancheo propuesto, debido a las características particulares de la especie. Las pobla-

ciones silvestres de chigüiros se desplazan en busca de alimento, agua, sombrero y refugio, dada la variabilidad en las condiciones del hábitat durante el año, además de las adecuaciones hidrológicas realizadas y la extracción autorizada de un número importante de individuos. Por lo tanto, los valores de cosecha sobre áreas inferiores a 20 000 ha no resultan recomendables para estimar tasas extractivas.

En consecuencia, lo recomendable es que para la asignación de cupos de aprovechamiento se considere la población en un territorio más amplio, donde se tenga certeza que los muestreos son representativos. Lo anterior es debido a que las determinaciones tomadas sobre áreas pequeñas están sujetas a las características particulares de las localidades en un lapso de tiempo determinado, más que por el comportamiento y biología de la especie.

Para determinar el área mínima susceptible de aprovechamiento, es necesario conocer cómo se da la movilidad de los chigüiros dentro del territorio de acuerdo con la variación ambiental y con los cambios que se introducen intencionalmente en el mismo. Ello requiere de un muestreo con mayor cobertura aplicando la misma metodología para identificar las extensiones que ocupan las poblaciones locales de manera natural.

Sin embargo, ha de tenerse en cuenta que al aumentar la oferta ambiental del hábitat, la superficie necesaria puede disminuir, tal como sucede en el Hato La Aurora. Este sitio aunque cuenta con 20 000 ha, tiene una abundante oferta ambiental representada

en esteros, cañadas y bosques de galería con agua permanente, que aseguran que la población se mantenga asociada a ellos, configurando un territorio estable sobre el cual se pueden calcular cupos de extracción con certeza.

De acuerdo a nuestros datos, la autorización de aprovechamiento en territorios inferiores a Caño Chiquito (menos de 35 000 ha), con condiciones ambientales similares, debería ser otorgada a la persona jurídica que represente un colectivo, tal como una asociación de propietarios de diferentes predios. Esta recomendación busca mejorar la normatividad vigente con miras a facilitar el aprovechamiento sostenible de la especie.

La principal limitante para lograr el uso sostenible de la especie, no está representada en las modificaciones o complementos que deban sugerirse a la legislación vigente. La limitante esta en la forma de administración que adopte cada uno de los colectivos para incorporar debidamente las recomendaciones de orden técnico que garantizan el manejo de la especie en el mediano y largo plazo. En este sentido se requiere capacitar a los distintos asociados y usuarios y un proceso de concertación entre las organizaciones, la autoridad ambiental y los investigadores, con el fin de definir el marco técnico y legal necesario.

Finalmente, recomendamos que la autoridad ambiental continúe las investigaciones que conduzcan a precisar la estimación de r que constituye el parámetro real sobre el cual se puede estimar el aprovechamiento sobre las poblaciones.

Agradecimientos

Este estudio hizo parte del proyecto “Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare para formular una propuesta de conservación y manejo sostenible”, realizado entre los años 2002 y 2003 por el Grupo de Estudios Ecológicos Oikos en convenio con la Gobernación de Casanare.

Este estudio fue posible gracias a la colaboración de Lilian Fernanda Salcedo, Maritza Hernández y su personal de apoyo en la Secretaría de Desarrollo Económico de las Gobernación de Casanare. A Don Alejandro Barragán, sus hijos Julio y Ovidio y de manera muy especial a Nelson, quien nos brindó hospitalidad, apoyo y colaboración durante nuestra inolvidable estadía en el Hato La Aurora del municipio de Hato Corozal. A los propietarios y personal de apoyo de los Hatos Santana, San Pablo y San Felipe de Orocué, y en particular y de manera muy especial a Fernando y Poncho Reyes quienes a parte de su apoyo nos brindaron su amistad. Al personal de apoyo y propietarios de los Hatos California, La Estación, El Cariño, Cañabrava, Liverpool, Acarigua, San José y Marbella en Paz de Ariporo y de manera particular a Don Alberto Pérez en el Hato La Victoria y a Don Humberto y sus hijos en el Hato La Estación. Finalmente deseamos hacer un reconocimiento muy especial a Eduardo Martínez y Libia Parales, a Puchcis y Daniel sus hijos propietarios del Hato La Esperanza, y de “nuestra” casa y sede del proyecto en Paz de Ariporo, por su apoyo a lo largo de todo el proyecto. A Marco Julio Fernández, entonces presidente de Asochipa y a Tibaldo Cáceres técnico de la misma asociación. Muchas gracias: Nancy, Patricia T, Manuel, Noemí, Elizabeth y Eduardo.

Literatura Citada

- Bejarano, P., M. Rodríguez & N. Álvarez. 2005. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia. Pp. 20-45, en Oikos & UNITROPICOS (eds.). Memorias I Encuentro Latinoamericano sobre investigación y aprovechamiento sostenible de *Hydrochoerus hydrochaeris*. Yopal-Casanare.
- Bejarano, P., M. Rodríguez & N. Álvarez. 2014. Estructura y productividad de las poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en tres municipios del departamento de Casanare-Colombia. Pp. 105-125, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Bolen, E. G. & L. W. Robinson. 1995. *Wildlife Ecology and Management*. Prentice Hall, New Jersey.
- Caughley, G. 1977. *Analisis vertebrate populations*. John Wiley and Sonds. Sydney, Australia.
- Caughley, G. & A. R. E. Sinclair, 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science. Cambridge.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1991. Human exploitation of capybara. Pp. 236-253, en Robinson, J. G. & K. H Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Ramas Ecolab. 1999. *Software applied biomatematics*. Sinauer associated in Massachussets.
- Robinson, J. G. & K. H. Redford. 1997. Midiendo la sustentabilidad de la caza en los bosques tropicales. Pp. 15–22, en: Fang, T. G., R. E. Bodmer, R. Aquino & M. H. Valqui. (eds.). *Manejo de fauna silvestre en la Amazonía*. La Paz, Bolivia.

Robinson, J. G. & K. H. Redford. 1997. Cosecha sostenible de mamíferos forestales neotropicales. Pp. 485-501, en Robinson, J. G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de obras de ciencia y tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.

Rodríguez, M., M. A. (ed.). 2000. Guía para evaluación de poblaciones de fauna silvestre. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá. Colombia.

Saltz, D. 2001. Wildlife management. Pp.823-829, en *Encyclopedia of Biodiversity*. Volume 5. Academic Press.

Reforzamiento de poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) afectadas por sobrecosecha en el municipio de Hato Corozal (Casanare): Propuesta metodológica y viabilidad del proyecto

Natalia Atuesta-Dimian¹, Carlos Sarmiento-Pinzón¹, Karol B. Barragán F.¹ & Olga L. Montenegro^{1,2}.

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

Las poblaciones silvestres de chigüiros del municipio de Hato Corozal han presentado disminuciones drásticas como consecuencia de los aprovechamientos ilegales, principalmente con fines comerciales. Ante esta situación las autoridades ambientales nacionales y regionales han propuesto el desarrollo de proyectos de reforzamiento poblacional para recuperar las poblaciones afectadas por la sobrecosecha. En este trabajo planteamos los pasos a seguir para ejecutar correctamente toda las acciones necesarias para desarrollar un proyecto de reforzamiento poblacional, y evaluamos la viabilidad de dicho proyecto. Establecimos las metas y objetivos del reforzamiento, seleccionamos los posibles sitios de translocación por medio de una aproximación geográfica y realizamos entrevistas a los habitantes de la zona para establecer la viabilidad de la translocación. La percepción actual del chigüiro por parte de la comunidad y la persistencia de los factores de disminución de las poblaciones, hacen imposible ejecutar la translocación. Sin embargo, planteamos los puntos más importantes a tener en cuenta para la ejecución del proyecto y planteamos recomendaciones para garantizar el éxito del mismo en el futuro.

Palabras claves: Reforzamiento poblacional, translocación, viabilidad, disminuciones poblacionales, chigüiro, Hato Corozal (Casanare).

Abstract

The wild populations of capybaras in Hato Corozal Municipality have decreased due to illegal exploitation. In response to this situation, the national and regional environmental authorities have proposed to develop population reinforcement projects to recover the populations affected by over harvesting. In this work, we propose all steps to carry out successfully the project and evaluate the viability of translocation. We established

goals and objectives of translocation, we selected the potential places of translocation using geographical tools and we carried out interviews with local people to establish viability of translocation. The current perception of capybara by the community and the persistence of the factors of decline, make it impossible to execute the translocation. Nevertheless, we proposed important tips to consider and we make recommendations to guarantee success in eventual translocations in the future.

Key words: Reinforcement population, translocation, viability, population declines, capybara, Hato Corozal (Casanare).

Introducción

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), el roedor de mayor tamaño del mundo, es un herbívoro estricto, de hábitos diurnos y semiacuáticos que vive en manadas sedentarias. Este animal, territorial y social, necesita de una serie de recursos como fuentes de agua, sitios con disponibilidad de alimento y zonas de sesteo, para realizar sus actividades diarias (Ojasti 1973, Perea & Ruiz 1977, Azcarate 1980, Jorgenson 1986, Alho *et al.* 1989, Quintana 1989, González-Jiménez 1995).

H. hydrochaeris se distribuye desde Colombia y Venezuela hasta Uruguay y el norte de Argentina entre los 0 y 1300 msnm (González-Jiménez 1995). Las mayores poblaciones de *H. hydrochaeris* se concentran en las sabanas de Colombia y Venezuela y en la zona pantanosa Matogrosence del Brasil (FAO 1985). En Colombia las poblaciones más abundantes se localizan en la Orinoquía, en los departamentos de Arauca y Casanare.

Históricamente, las poblaciones silvestres de chigüiro han sido utilizadas por los llaneros para extraer carne y como parte de la tradición oral y narrativa del llano. Actualmente, el chigüiro es considerado una especie promisoría ya que corresponde a

un recurso aprovechable por parte de las comunidades de la zona y su aprovechamiento racional fomenta el uso sostenible de la biodiversidad de la Orinoquía.

No obstante, las poblaciones naturales de chigüiros de la Orinoquía colombiana han sufrido una fuerte presión de cacería debido a la demanda de carne seca desde Venezuela, principalmente durante la época de cuaresma (Herrera 1999). Adicionalmente, la actitud negativa de los ganaderos hacia los chigüiros como consecuencia de la competencia con el ganado por alimento y agua, especialmente durante la época seca ha derivado en grandes matanzas de la especie en los departamentos de Arauca y Casanare (ICN 2002). Estas matanzas han generado la disminución de las poblaciones naturales principalmente en el departamento de Arauca y el municipio de Hato Corozal en Casanare.

Durante marzo de 2000 se realizó una extracción ilegal de cerca de 10 000 chigüiros en el municipio de Hato Corozal. Aunque desde ese momento las autoridades ambientales nacionales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT) y regionales (CORPORINOQUIA)

han realizado esfuerzos para recuperar las poblaciones silvestres de la zona, éstas no han alcanzado los niveles aptos para su aprovechamiento, de acuerdo con los trabajos realizados en este municipio. Debido a lo anterior, se han planteado otras alternativas como el reforzamiento poblacional para recuperar las poblaciones afectadas por la sobre cosecha.

Métodos

El municipio de Hato Corozal limita al norte con el departamento de Arauca y al sur con el municipio de Paz de Ariporo. Su cabecera municipal se encuentra ubicada a 06°09'44" N y 71°46'26" W. De acuerdo con el Mapa de Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano (Romero *et al.* 2004) en el municipio se encuentran 12 tipos de ecosistemas siendo los agro-ecosistemas ganaderos, las sabanas inundables, las sabanas arboladas, los piedemontes tectonizados, las terrazas estructurales altas y las sabanas de origen eólico algunos de los más importantes.

En el municipio seleccionamos toda el área de cobertura de los ecosistemas del Anfibio-ma Arauca – Casanare (Romero *et al.* 2004) por debajo de la cota de 200 msnm, ya que corresponde al área potencial de distribución de la especie. Lo anterior incluye las sabanas de origen eólico y todos los tipos de ecosistema de sabanas en áreas predominantemente planas. Se excluyen las sabanas localizadas en piedemontes antiguos y tectonizados que por su posición altitudinal y grado de pendiente pueden no ser aptos para esta especie.

Propuesta de translocación

Para consolidar la propuesta de translocación seguimos paso a paso las recomendaciones de la UICN (1998). Como primer

En este trabajo elaboramos una propuesta de translocación de individuos en los sitios donde sea factible y necesario, para reforzar la población residente. Además evaluamos la viabilidad de dicha propuesta como una de las acciones tendientes a la recuperación de poblaciones disminuidas por la sobre cosecha en el municipio de Hato Corozal.

paso establecimos los objetivos y metas del reforzamiento que piensa desarrollarse en la zona. Posteriormente, generamos un diagrama de flujo con los pasos a seguir para implementar el proyecto de translocación, identificando posibles estrategias de solución de los obstáculos que se presenten.

Selección de sitios según la calidad del hábitat disponible

Establecimos los criterios para la selección de las zonas de reforzamiento como las características del espacio geográfico que localmente puedan contener a mediano plazo los requerimientos de hábitat para la especie. Los criterios que empleamos son: 1) La presencia de una alta diversidad de los tipos de ecosistemas que hacen parte de la distribución potencial o teórica de la especie y que le brindan los recursos suficientes. 2) Un aislamiento de asentamientos humanos lo suficientemente grande para evitar la sobre-caza de los grupos de chigüiros a ser introducidos y para evitar que la actividad de reforzamiento sea interpretada como proveedora de individuos para su sacrificio y comercialización. 3) Una baja influencia de procesos que puedan modificar el hábitat, particularmente quemadas, las cuales pueden ser indicadores de la presión de

uso sobre ecosistemas predominantemente naturales. Estos criterios se vieron reflejados en las variables: Arreglo espacial de recursos, presión de caza, grado de cercanía/aislamiento de asentamientos humanos y distribución y densidad de quemas.

Dada la escala de la cartografía temática empleada, Mapa de Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano a escala 1:100 000 (Romero *et al.* 2004) e imágenes satelitales (Google Earth 2006), para la categorización del hábitat potencial tuvimos en cuenta la composición en unidades de evaluación o celdas de 1600 ha, es decir la representatividad topológica de cada ecosistema de acuerdo con lo sugerido por Fandiño (1996) y simplificado para su aplicación práctica en Fonseca & Sarmiento (2004).

Como medida del aislamiento, calculamos la densidad de sitios referenciados en la cartografía (toponimia), donde cada nombre indica la localización de un asentamiento humano, mediante el uso del método Kernel en una matriz de 100 m de tamaño de píxel, teniendo en cuenta un radio de búsqueda de 5 Km. Los datos de la matriz resultante los agrupamos en 10 clases. Adicionalmente, ya que en los llanos orientales el aislamiento esta determinado por la disponibilidad de vías terrestres o fluviales respecto al régimen de inundación de la sabana, dimos preferencia a aquellos sectores que están localizados hacia el centro-sur del municipio.

La distribución espacial de las quemas en el área de estudio la modelamos con los mismos parámetros usados en el grado de aislamiento. Calculamos la densidad de quemas desde diciembre de 2004 hasta julio de 2006 empleando datos obtenidos en el servicio Web Fire Mapper (Universidad de Maryland *et al.* 2006).

Finalmente, analizando cada uno de estos factores seleccionamos áreas específicas y realizamos una corroboración de campo de dos de las ventanas seleccionadas para validar los criterios de selección y la metodología empleada. La verificación estuvo enfocada a comprobar de manera general la calidad del hábitat con los siguientes criterios: Presencia y diversidad de los tipos de vegetación requeridos para la especie, presencia/ausencia de cuerpos de agua en tamaños inferiores a la unidad mínima de mapeo del Mapa de Ecosistemas de la Orinoquía, presencia/ausencia de manadas de chigüiros al interior de las ventanas como indicador de calidad de hábitat, evidencia de quemas extensas que puedan considerarse como amenaza a poblaciones existentes o a translocarse en el área y aislamiento de los núcleos poblacionales.

Evaluación de factibilidad

Para evaluar la factibilidad de realizar un reforzamiento en los sitios seleccionados a partir de la aproximación geográfica, identificamos las causas de declinación de la población y las posibles estrategias de control de las mismas a partir de entrevistas semi-estructuradas a nueve habitantes de igual número de hatos de la zona. En las entrevistas indagamos sobre enfermedades, percepción, y principalmente pérdida de hábitat y sobreexplotación por caza comercial y de control.

Para establecer el estado de las poblaciones en el municipio desarrollamos mapas parlantes donde los habitantes establecieron la abundancia de las poblaciones por predio y los predios con poblaciones diezmadas donde valdría la pena recuperar la población. Adicionalmente, revisamos la literatura disponible sobre distribución y

abundancia de poblaciones silvestres de chigüiro en la Orinoquía, en particular en el municipio de Hato Corozal (UNILLANOS & MAVDT 2005).

Para establecer la disponibilidad de poblaciones donantes adecuadas para la obtención de individuos, solicitamos a los habitantes de la zona que identificaran las poblaciones abundantes localizadas en el mismo municipio. Los entrevistados solo podían identificar poblaciones donantes localizadas a una distancia máxima aproximada de 40 Km, a fin de procurar características ecológicas similares, minimizar

la posibilidad de contaminación genética, así como la introducción de nuevos patógenos, y facilitar los aspectos logísticos del traslado.

Evaluamos los requerimientos socio-económicos y legales para la ejecución del proyecto. Para ello, establecimos las actitudes de los habitantes de la zona para con la actividad de translocación, la percepción de la especie por parte de los usuarios y los posibles impactos socio-económicos sobre la población humana, por medio de entrevistas semi-estructuradas a los encargados, administradores y dueños de hato.

Resultados

Propuesta de translocación

La principal meta de nuestro proyecto de translocación es adicionar individuos a una población existente de chigüiros (*H. hydrochaeris*) para restablecer una población viable en una zona seleccionada del municipio de Hato Corozal (Casanare). Para tal fin, es necesario que se hayan controlado los factores que ocasionan la disminución poblacional (cacería y aprovechamiento principalmente) y que dicha población no requiera más que un mínimo manejo a largo plazo.

Para alcanzar la meta mencionada planteamos los siguientes objetivos: a) Apoyar la recuperación de las poblaciones naturales de chigüiro en el municipio de Hato Corozal; b) promover la toma de conciencia por parte de los usuarios de la conservación de la especie; y c) proveer beneficios económicos a largo plazo a la economía local por medio del uso y aprovechamiento sostenible del chigüiro.

Establecimos 13 pasos para implementar el proyecto de translocación (Figura 1), considerando su desarrollo en un escenario de manejo adaptativo. Las principales actividades que deben desarrollarse corresponden a: Identificar y evaluar el hábitat disponible para el chigüiro; establecer y controlar las causas de declinación de las poblaciones residentes; consultar con los habitantes de la zona y realizar estudios de la población receptora para seleccionar los sitios de translocación. Así mismo, se deben establecer las acciones de manejo de acuerdo a la biología y las incertidumbres críticas de la especie; seleccionar la población donante y establecer el plan de seguimiento y monitoreo de los individuos translocados y de la actividad de reforzamiento.

Selección de sitios según la calidad del hábitat disponible

La combinación de las variables elegidas (arreglo espacial de recursos, presión de caza, el grado de cercanía/aislamiento de

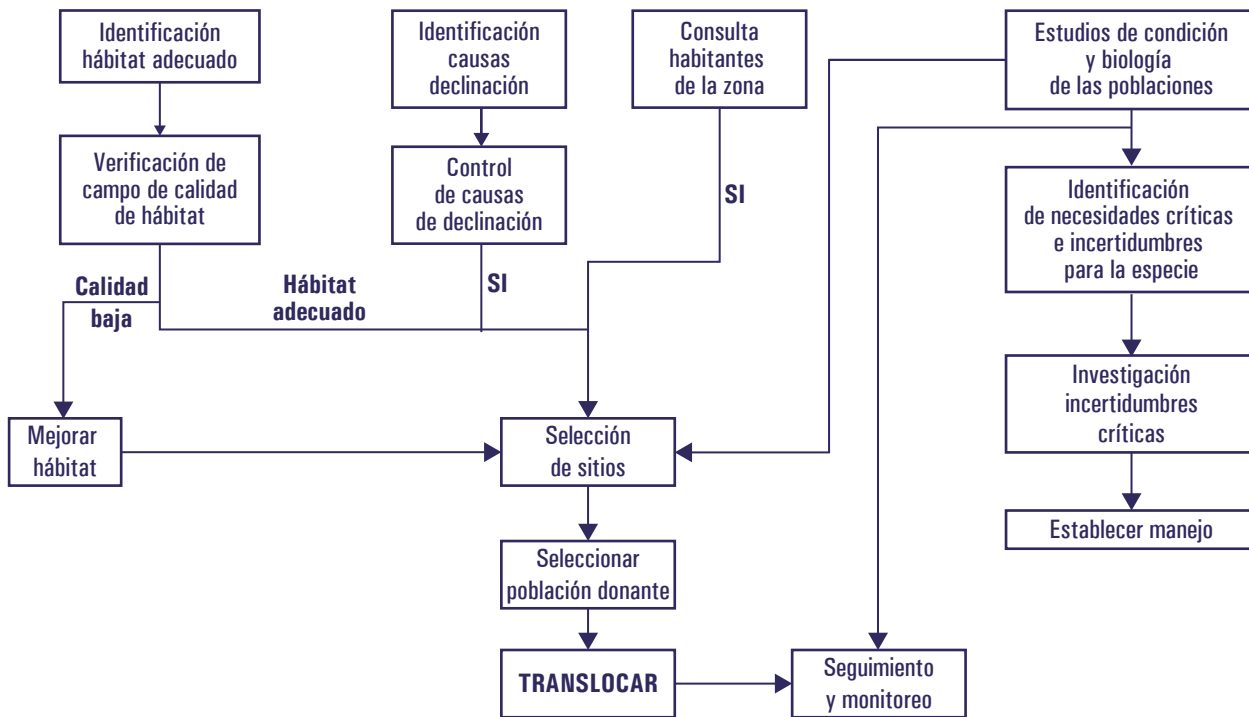


Figura 1. Diagrama de flujo para la implementación de un proyecto de translocación. Se muestra un resumen de los pasos a seguir para implementar el proyecto de translocación, considerando su desarrollo en un escenario de manejo adaptativo.

asentamientos humanos y distribución y densidad de quemas) se tradujo en 12 posibles sitios pre-seleccionados para el reforzamiento de las poblaciones de chigüiros en el municipio de Hato Corozal. Los sitios o ventanas seleccionadas tienen extensiones variables entre 1200 y 6000 ha (Figura 2).

Durante la salida de verificación visitamos la ventana No. 0, ubicada entre los 06°05'23" N, 71°37'20" W y los 06°02'07" N, 71°31'59" W, de 6000 ha de extensión, localizada en inmediaciones del Hato Bonaire al sur de la cabecera municipal de Hato Corozal. Esta ventana está compuesta en mayor medida por agro-ecosistemas ganaderos y sabanas estacionalmente inundables en terrazas altas de ríos andinenses; y con una menor representación por cuerpos de agua, bosques medio densos en terraza alta aluvial de ríos

andinenses, bosques altos densos en planos de inundación de ríos andinenses y sabanas de desborde en llanura aluvial de río andinense (Tabla 1).

La ventana No. 0 la recorrimos tangencialmente por el flanco oriental, sobre el agro-ecosistema ganadero (D1). Aunque este ecosistema es dominante en la ventana (60 % de cobertura) también encontramos intercalaciones de pajonales densos y abiertos con sabanas de uso agropecuario no detectadas en el mapa de ecosistemas, en las cuales observamos diferentes manadas de chigüiros.

Durante el recorrido observamos cuerpos de agua menores, no cartografiados dada su mínima extensión respecto a la escala del mapa de ecosistemas y no encontramos evidencias de quemas recientes (Figura 3A).

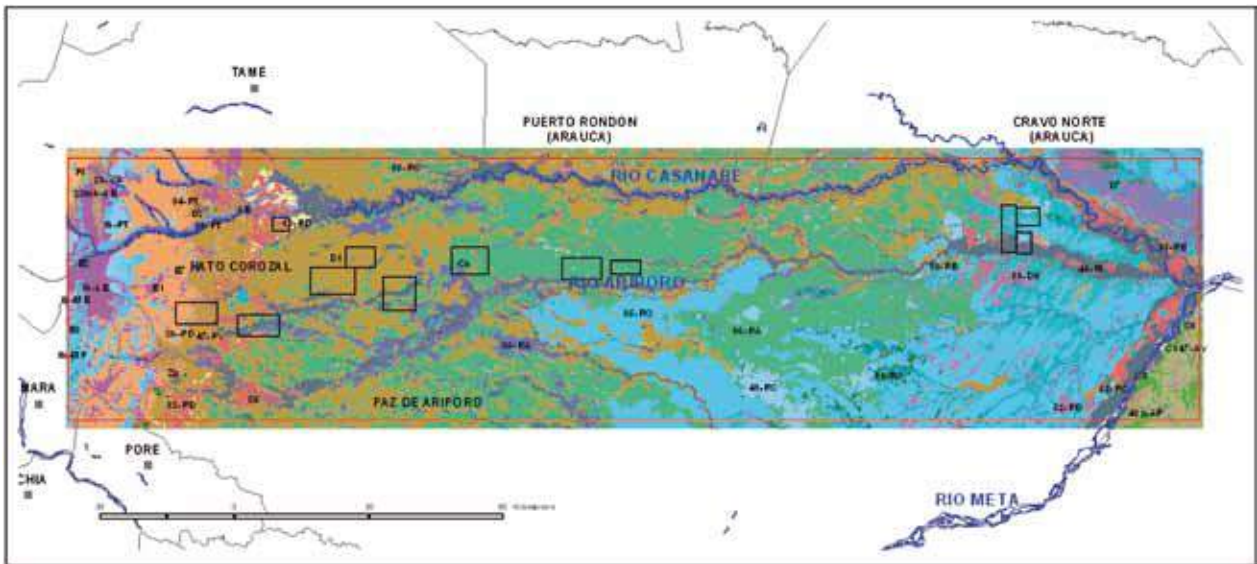


Figura 2. Sitios preseleccionados para la translocación o restauración poblacional de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Hato Corozal (Casanare). Fuente: Romero *et al.* (2004).

Tabla 1. Composición de la ventana No. 0 según los tipos de ecosistemas presentes (Romero *et al.* 2004).
Municipio de Hato Corozal, Casanare.

Código	Descripción	No. Parches	% Cubrimiento
CA	Cuerpos de agua	1	< 5 %
D1	Agro-ecosistema ganadero	1	60 %
30-RA	Bosques Medio Densos en terraza alta aluvial de ríos andinenses	1	< 5 %
36-RA	Sabana Estacionalmente Inundable en terrazas altas de ríos andinenses	10	25 %
46-RI	Bosques Altos Densos en planos de inundación de ríos andinenses	1	< 5 %
50-RC	Sabana de desborde en llanura aluvial de río andinense	1	< 5 %

La segunda ventana visitada (Ventana No. 5), ubicada entre los 06°07'50" N, 71°33'11" W y los 06°05'17" N, 71°29'37" W, con una extensión de 2800 ha, se localiza en inmediaciones del Hato La Manuela, al sur del Hato Guamito, sur-oriente de la cabecera municipal de Hato Corozal. Esta ventana esta compuesta en su mayoría por agro-ecosistemas ganaderos y con una menor representación de cuerpos de agua, bosques altos densos en planos de inundación de

ríos andinenses y sabanas estacionalmente inundables en terrazas altas de ríos andinenses (Tabla 2).

La alta dominancia del tipo de ecosistema D1 (75 %) puso en duda la calidad del hábitat (Figura 3B); no obstante, observamos numerosos cuerpos de agua de menor tamaño en donde encontramos varias manadas de la especie. Así mismo, observamos intercalaciones de sabanas de uso predominante-

mente agropecuario con pajonales densos (de 1 m de altura en promedio), los cuales son aptos para la presencia de la especie (Guzmán-Lenis 2005) y que permitieron la observación casual de algunos individuos,

confirmando la aptitud del hábitat para la especie en esta ventana. Registramos un estero denominado localmente “El Boral” en donde se avistaron al menos cinco manadas de 50 individuos aproximadamente.

Tabla 2. Composición de la ventana No. 5 según los tipos de ecosistemas presentes (Romero *et al.* 2004). Municipio de Hato Corozal, Casanare.

Código	Descripción	No. Parches	% Cubrimiento
CA	Cuerpos de agua	1	5
D1	Agro-ecosistema ganadero	1	75
46-RI	Bosques Altos Densos en planos de inundación de ríos andinenses	1	15
36-RA	Sabana Estacionalmente Inundable en terrazas altas de ríos andinenses	1	5

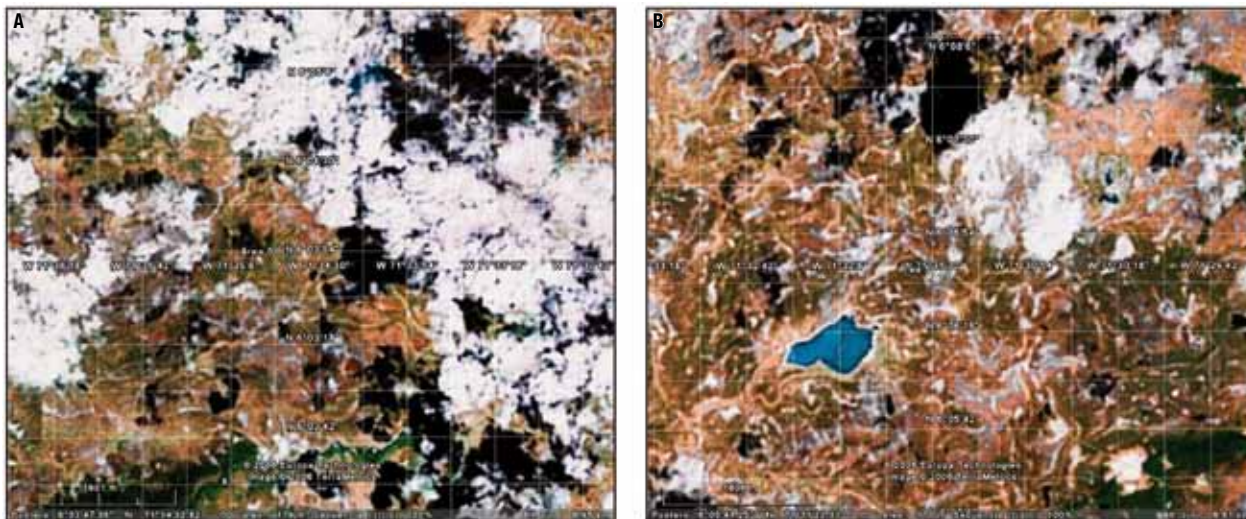


Figura 3. Imágenes satelitales de las ventanas visitadas durante la corroboración de campo. **A.** Ventana No. 0: Se observa la dominancia de sabanas “limpias” (en tonos naranja y amarillos claros). Las áreas boscosas son escasas y se encuentran ubicadas hacia el flanco sur de la ventana (en tonos verdes intensos). **B.** Ventana No. 5: Se observa cierta dominancia de sabanas “limpias” pero con presencia frecuente de pajonales densos (tono verde-gris oscuro). El cuerpo de agua que se observa hacia la parte inferior-izquierda es un estero en donde se observaron al menos cinco manadas de chigüiros. Las franjas y áreas en tonos claros corresponden a caminos y esteros secos respectivamente. Fuente: Google Earth (2006).

Evaluación de factibilidad

En general todos los entrevistados coincidieron en que la caza ilegal descontrolada es el principal factor de amenaza para el chigüiro sea ésta con fines comerciales o de subsistencia. Adicionalmente, según nuestro crite-

rio y de acuerdo a las entrevistas realizadas, pudimos observar que otro factor importante de amenaza corresponde a la percepción negativa de la especie en la zona, la cual genera un conflicto permanente con los ganaderos por los recursos disponibles, especialmente agua y pasturas durante el verano.

De acuerdo con los entrevistados para controlar los factores de disminución de la población de chigüiros en el municipio de Hato Corozal es necesario realizar campañas de educación a los usuarios para cambiar la percepción negativa que se tiene de la especie. Así mismo, es necesario implementar el aprovechamiento comercial legal y sostenible en los predios donde sea posible, para controlar la población y generar beneficios económicos para los usuarios; y que las autoridades ambientales incrementen las medidas de control al tráfico ilegal.

En cuanto a la posible población receptora, establecimos que en la zona aunque las poblaciones no son tan abundantes como en otros sectores, no se encuentran disminuidas a tal punto que se justifique realizar una translocación. De acuerdo a los entrevistados, hace cerca de 5 años no se rea-

lizan aprovechamientos comerciales en la zona, situación que ha permitido la recuperación de las poblaciones. Actualmente, las poblaciones más afectadas por la caza furtiva corresponden a las ubicadas en los hatos por los cuales atraviesa el terraplén (Carretera Hato Corozal – Puerto Colombia) y el Camino Real, así como las fincas ubicadas en cercanía de la cabecera municipal (Figura 4).

De acuerdo con los entrevistados los sectores con poblaciones abundantes en el municipio corresponden a los hatos La Aurora, Andalucía y Mapuriza, los cuales se encuentran a 40 Km en promedio de los sectores reportados como zonas con poblaciones disminuidas. Adicionalmente, en los dos últimos hatos mencionados, sus propietarios mostraron interés en donar los individuos necesarios para la translocación.



Figura 4. Abundancia y densidad de chigüiros en la zona potencial de translocación. En amarillo: abundancia y densidad reportada por los usuarios. En azul claro: Densidad estimada por UNILLANOS–MAVDT (2005). En rojo: Sectores con poblaciones disminuidas. En púrpura: Terraplén que comunica Hato Corozal con Puerto Colombia (Casanare). En Rosa: Camino Real. Fuente: Google Earth (2006).

En la evaluación de los impactos, costos y beneficios del programa de translocación para las poblaciones humanas locales, los entrevistados manifestaron que un aumento de las poblaciones silvestres de chigüiros tendría consecuencias en la producción ganadera. Por lo tanto, los dueños de hatos solamente estarían interesados en participar en el proyecto de reforzamiento poblacional en el momento que se demuestre que la especie realmente constituye una opción económica viable para ellos.

Finalmente, en el sondeo realizado en los nueve hatos visitados, el 100 % de los entrevistados expresó que de llevarse a

cabo el proyecto de translocación ellos no participarían, principalmente por dos razones: Primero, la comunidad continúa viendo a la especie como una plaga, ya que compete con el ganado que constituye su principal fuente de ingresos. Segundo, de acuerdo a los habitantes de la zona y a las observaciones realizadas durante el recorrido, las poblaciones en varios de los sectores visitados no se encuentran disminuidas y en las zonas donde se presenta una disminución sustancial no se han controlado los factores de riesgo, ni los dueños muestran interés en aumentarlas.

Discusión

El refuerzo o suplemento de poblaciones se define como la adición de individuos a una población existente de la misma especie (UICN 1998). Como punto de partida, para el desarrollo de reforzamientos poblacionales, debemos contar con una justificación adecuada que permita definir objetivos y metas claras que garanticen una mayor probabilidad de éxito en la ejecución del proyecto. Para el caso particular del chigüiro en Hato Corozal, definimos objetivos precisos que pretenden recuperar las poblaciones, concienciar a las comunidades locales y generar beneficios económicos para los usuarios del recurso.

Uno de los puntos más importantes del proceso, es la selección de los sitios en los cuales se realizaran los reforzamientos. De acuerdo con nuestras observaciones, es posible afirmar que la heterogeneidad del hábitat a escala general corresponde a una variable apropiada para la selección de posibles localidades para implementar acciones de conservación y manejo en el corto plazo para esta especie. Sin embargo, durante la

verificación de campo, pudimos establecer que por la escala de trabajo a nivel cartográfico es imposible detectar las adecuaciones de hábitat (tapas y pozos) y algunas pequeñas fuentes de agua permanente, importantes para la supervivencia de la especie. Debido a lo anterior, concluimos que para seleccionar los sitios con el hábitat adecuado para la translocación es necesario confirmar la calidad del hábitat con estudios de campo.

En cuanto a la distancia a los asentamientos humanos, comprobamos que corresponde a una variable adecuada para proyectar acciones de manejo para la especie, pues de acuerdo con las conversaciones sostenidas con pobladores locales, en esta área no se presentan grandes y/o frecuentes grupos de cazadores. Sin embargo, los habitantes de la zona reconocen la presencia ocasional de personas dedicadas a la cacería furtiva u otras que se acercan a solicitar permisos para cazar chigüiros con fines de subsistencia; situaciones que se incrementan hacia los sectores cercanos a la cabecera municipal.

Adicional a la calidad del hábitat disponible es necesario contemplar otros factores importantes en la selección del sitio de translocación. Las características de la población residente, la posibilidad de una participación activa de la comunidad de la zona elegida para realizar la liberación de los individuos y el interés de los dueños de los predios en participar en el proyecto son factores decisivos en el éxito de un proyecto de este tipo.

En las zonas visitadas las poblaciones residentes de chigüiro presentan densidades y abundancias poblacionales medias a bajas (< 2 ind/ha; Atuesta-Dimian *et al.* 2014). Esta condición, probablemente no permitiría una extracción sostenible de individuos para un uso comercial, pero no necesariamente justificaría una translocación de individuos, más aún si tenemos en cuenta los costos de un proyecto de este tipo. De acuerdo a los entrevistados, hace cerca de cinco años no se realizan aprovechamientos comerciales en la zona visitada lo que ha permitido la recuperación de las poblaciones. Actualmente, los sectores que presentan disminuciones drásticas de chigüiros y que justificarían un reforzamiento poblacional se ubican en cercanía del terraplén (Carretera Hato Corozal – Puerto Colombia), del Camino Real y de la cabecera municipal.

Otro punto importante es la selección de las poblaciones donantes, las cuales deben presentar tamaños poblacionales grandes. De acuerdo con los entrevistados los sectores con poblaciones abundantes, localizados a una distancia no mayor de 40 Km corresponden a los hatos La Aurora, Andalucía y Mapuriza. En estos dos últimos predios, sus propietarios mostraron interés en donar los individuos necesarios para la translocación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la re-

moción de individuos para una translocación no debe poner en peligro los efectivos de la población de origen, por lo cual sería necesario evaluar las posibles poblaciones donantes para establecer el impacto de la remoción de los animales (UICN 1998).

Adicionalmente, para la elección de los individuos que se trasladarán se debe tener en cuenta que los ejemplares deben satisfacer todas las normas sanitarias prescritas por las autoridades veterinarias (UICN 1998). Esto debido a que los reforzamientos pueden ser peligrosos a nivel epidemiológico porque se aumentan los riesgos de introducir nuevas enfermedades en poblaciones silvestres y alterar la relación huésped – parásito normal del ecosistema.

Ya que es necesario considerar el impacto que puede generar la introducción de patógenos por animales translocados sobre poblaciones silvestres (Cunningham 1996), es importante realizar estudios sanitarios para identificar la ruta de transmisión y el origen de muchas patologías (Daszak *et al.* 2001), para así disminuir el riesgo de contagio. Actualmente, se cuenta con protocolos para realizar este tipo de estudios (UNAL & MAVDT 2006).

En cuanto a la participación activa de la comunidad en el proyecto pudimos determinar que dada la imagen negativa de la especie ante los habitantes de la zona, principalmente por la competencia con el ganado que constituye su principal fuente de ingresos, resultaría imposible contar con el apoyo por parte de las comunidades. De acuerdo con los entrevistados, para ejecutar un reforzamiento es necesario que el chigüiro se convierta en una opción económicamente viable y rentable para los ganaderos. Adicionalmente, una vez seleccionados los posibles sitios

de translocación y para lograr un reforzamiento poblacional exitoso, es necesario el control de las causas de la reducción de la población, el monitoreo en el contexto del manejo adaptativo y la investigación de la dinámica de la población y sus hábitats (Gipps 1991).

En la zona estudiada las principales causas que han llevado a la declinación poblacional corresponden a la caza furtiva y la percepción negativa de la especie. De acuerdo con nuestros resultados, actualmente estos factores continúan afectando a las poblaciones silvestres. Por lo tanto, es necesario incrementar los esfuerzos realizados por parte de las autoridades ambientales para cambiar la percepción de la especie y lograr la disminución de la caza furtiva en la zona para garantizar el éxito de un proyecto de reforzamiento poblacional.

No hay que desconocer los esfuerzos realizados hasta el momento por parte de las autoridades ambientales, quienes han desarrollado proyectos de investigación que pretenden abrir las puertas a un aprovechamiento legal y sostenible de las poblaciones silvestres de la especie. Así mismo, estas han tenido una aplicación de un mayor control del tráfico ilegal apoyado por las autoridades policiales, medidas con las cuales se espera desestimular la cacería furtiva en la zona.

Por otro lado, los factores de disminución poblacional que establecimos por medio de las entrevistas fueron contrastados con las amenazas establecidas en el Programa Regional de Conservación del Chigüiro - PRRCCH (UNAL & CORPORINOQUIA 2006). Como resultado encontramos que en otros sectores de la Orinoquía se pueden presentar otras amenazas tales como la

pérdida de hábitat adecuado para la especie y el aumento de cultivos extensivos tales como arroz o palma de aceite, los cuales debemos tener presentes como posibles amenazas en el municipio de Hato Corozal, ya que en la actualidad se están impulsando estas actividades agrícolas en todo el departamento.

Teniendo en cuenta los resultados de la consulta a los habitantes de la zona, podemos concluir que un proyecto de reforzamiento de poblaciones no resulta viable en estos sitios. El principal obstáculo para desarrollar este tipo de proyectos es la voluntad de participación de los pobladores en el control de las causas de declinación de las poblaciones de chigüiros. Esta participación solo estará garantizada en el momento que la especie sea vista por parte de la comunidad como una opción económicamente rentable por la cual valga la pena buscar métodos productivos que hagan compatible la ganadería convencional con el uso de los recursos naturales.

Aunque en este trabajo no se consideraron algunas de las etapas posteriores a la selección de los sitios de reforzamiento cabe aclarar que el monitoreo de la actividad garantiza el éxito de los reforzamientos poblacionales. El monitoreo se define como la recopilación y evaluación periódica de datos relacionados con el estado de un sistema biológico y/o con el éxito de los objetivos y metas de las acciones de manejo definidas para el sistema de interés en un área y tiempo determinado (Margoluis & Salafsky 1998, Morrison 2002).

A partir de este monitoreo es posible establecer las acciones de manejo pertinentes para las poblaciones. Este proceso por el cual se conectan el manejo con el monito-

reo dentro de un esquema de investigación es referido como manejo adaptativo. El manejo adaptativo fue definido por Holling (1978 citado en Noss 1990) como un ciclo que continuamente refina regulaciones o prácticas de manejo con base en datos derivados del monitoreo y los analiza con énfasis en los impactos predichos. El manejo adaptativo reconoce la ignorancia que tenemos sobre la biodiversidad y los mecanismos para mantenerla y el monitoreo es

la piedra angular del manejo adaptativo, ya que sin monitoreo no podemos aprender ni adaptar (Noss & Cooperrider 1994).

En conclusión, el proyecto de reforzamiento poblacional no es viable en la zona de Hato Corozal, por lo menos en este momento. Sin embargo, vale la pena establecer si existen otras acciones de manejo que permitan la recuperación de las poblaciones diezma- das con inversiones de menor envergadura.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio inter-administrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106 “Conservación y usos sostenible del chigüiro (*H. hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V”, firmado entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Universidad Nacional de Colombia (2006).

Agradecemos especialmente a los habitantes de la zona de estudio y a los propietarios de los hatos La Veremos, Guamito, El Porvenir, La Manuela, Donaire, Andalucía, Mapuriza, Jerusalem y Las Piñas donde realizamos algunos de los muestreos, por la autorización para realizarlos y por su colaboración durante la fase de campo. A la ingeniera geógrafa Claudia Fonseca por su colaboración durante la verificación de hábitat en campo y a Fabio Delgado por su labor como guía y la organización logística de la salida de campo.

Literatura Citada

- Alho, C., Z. M. Campos & H.C. Goncalvez. 1989. Ecology, social behavior and management of the capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford K. H. & Eisenberg J. F. (eds.). *Advances in neotropical mammalogy*. San Hill Crane Press. Gainesville.
- Atuesta-Dimian, N., H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & C. I. Caro. 2014. Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 127-146, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Azcarate, T. 1980. Sociobiología y manejo del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Doñana Acta Vertebrata 7(6):1-228.
- Cunningham, A. 1996. Disease risk of wildlife translocations. *Conservation Biology* 10(2):349-353.
- Daszak, P., A. Cunningham & A. Hyatt. 2001. Emerging infectious diseases of wildlife—threats to biodiversity and human health. *Science* 287:103-116.
- Fandiño-Lozano, M. 1996. A framework for ecological evaluation oriented at the establishment and management of protected areas. A case study of the Santuario de Iguaque, Colombia. ITC. Publication Number 45. Enschede, The Netherlands.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1985. Manejo de fauna silvestre y desarrollo rural: Información sobre 7 especies de América Latina y el Caribe. Proyecto FAO/PNUMA. FP-G 105-8501. Documento Técnico No 2. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

- Fonseca, C. P. & C. E. Sarmiento. 2005. Evaluación del estado de conservación de un sector del área de manejo especial de la Macarena. Pp. 134-140, en Montenegro, I. & H. Bermúdez (eds.). *Zonificación ecológica del paisaje*. Colección Planeación del Manejo de los Parques Nacionales Naturales. Bogotá.
- Gipps, J. W. 1991. Beyond captive breeding: Re-introducing endangered mammals to the wild. Symposia of the Zoological Society of London, Number 62. Clarendon Press, Oxford, UK.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso noviembre de 2006).
- Google Earth. 2006. Imágenes satelitales de las ventanas para la comprobación de campo. Disponible en <http://earth.google.com> (último acceso noviembre de 2006)
- Guzmán, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris* durante la época de lluvias en los Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 31- 70, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en Instituto de Ciencias Naturales. Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1):31-40.
- Margoluis, R. & N. Salafsky. 1998. Medidas de éxito: Diseño, manejo y monitoreo de proyectos de conservación y desarrollo. *Foundations of success*. USA.
- Morrison, M. 2002. *Wildlife restoration. Techniques for habitat analysis and animal monitoring*. Island Press. USA.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4):355-364.
- Noss, R. F. & Y. Cooperrider. 1994. *Saving nature's legacy: Protecting and restoring biodiversity*. Island Press. USA.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Perea, J. & S. Ruiz. 1977. Organización social y hábitos territoriales del chigüiro. Tesis de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Quintana, R. D. 1999. Relación entre la estructura del paisaje en un humedal y la fauna silvestre: El carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) como caso de estudio. Pp. 178-197, en Malvárez A. I. (ed.). *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica*. UNESCO. Montevideo, Uruguay. Disponible en http://www.ege.fcen.uba.ar/gieh/PDF_MIOS/carpi_mab.pdf (último acceso noviembre 2006).
- Romero, M., G. Galindo, J. Otero & D. Armenteras. 2004. *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano*. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt. Bogotá.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 1998. Guías para reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo de Especialistas en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de especies de la UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza-UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

UNAL & MAVDT (Universidad Nacional de Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2006. Convenio interadministrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V. Bogotá. Informe final.

UNILLANOS & MAVDT (Universidad de Los Llanos & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.

Universidad de Maryland, MODIS Rapid Response & NASA. 2006. Web fire mapper Suramérica. Disponible en <http://maps.geog.umd.edu>. (último acceso agosto de 2006).

Importancia del comportamiento animal en el planteamiento de estrategias de manejo de poblaciones silvestres de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro¹ & Pedro Sánchez-Palomino^{1, 2}

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

La ecología del comportamiento es una disciplina que aunque no ha sido formalmente incluida como una de las ciencias que aportan a la conservación biológica, es usada como base para el desarrollo de muchas investigaciones realizadas en este campo. Este artículo tiene como objetivo plasmar la importancia del comportamiento animal en la dinámica de las poblaciones de chigüiros y examinar cómo pueden usarse estos elementos para plantear estrategias de manejo de poblaciones. El artículo contiene una sección descriptiva del tamaño poblacional como parámetro importante en el manejo de poblaciones, seguida de una sección donde examinamos las características del comportamiento del chigüiro que pueden influir los parámetros poblacionales descritos.

Palabras claves: *Hydrochoerus hydrochaeris*, chigüiro, Orinoquía, ecología del comportamiento, conservación, manejo.

Abstract

Behavioral ecology is a discipline that has not been included as a basic science that contributes to the biological conservation. However behavioral features are commonly used in researches with conservation concerns. Our goal is to demonstrate the importance of such behavioral traits within population dynamics and to explore how these behavioral elements could be used to make management strategies. In the first section we describe the population size as a key parameter in wildlife management. Then we describe some of the capybara social traits that may influence the demographic parameters that affect population size.

Key words: *Hydrochoerus hydrochaeris*, capybara, Orinoquía, behavioral ecology, conservation, management.

Introducción

La biología de la conservación tiene como objetivos mantener la diversidad biológica en todos sus niveles, las interacciones interespecíficas y los procesos ecosistémicos (Primack 2000). Sin embargo, debido a la escala de observación de los problemas, generalmente a nivel de comunidades y ecosistemas, los biólogos de la conservación han pasado por alto la contribución de los aspectos del comportamiento animal en la conservación de la diversidad biológica (Anthony & Blumstein 2000).

Aunque es difícil integrar aspectos comportamentales en el planteamiento de estrategias de manejo y conservación, Cassini (1999) identificó un aumento en el interés de los biólogos de la conservación por aspectos del comportamiento y señaló que aunque los conceptos comportamentales no son discutidos bajo la luz de la etología, son usados en el desarrollo de las investigaciones. De forma similar Sutherland (1998) concluyó que los biólogos de la conservación no se han apropiado de los conceptos revolucionarios del comportamiento como los son la teoría del juego, la competencia espermática, el aprendizaje o los sistemas de apareamiento. En el caso concreto de la aplicación del comportamiento en estrategias de manejo, podemos referirnos al libro de Robinson & Redford (1999), en el cual encontramos algunos artículos que hacen referencia a aspectos del comportamiento tales como selección del hábitat, comportamiento social, sistema de apareamiento, evitar predadores y alimentación, como criterio para el planteamiento de estrategias de manejo tales como la explotación de especies cinegéticas; pero no se hace una reflexión acerca del significado del comportamiento dentro de éstos estudios.

En el caso del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), se han usado implícitamente aspectos de comportamientos relacionados con el uso del hábitat para construir modelos de evaluación de hábitat (Guzmán-Lenis *et al.* 2014), se han incorporado elementos del comportamiento social para realizar evaluaciones de densidad poblacional (Atuesta-Dimian *et al.* 2014) y se han realizado estudios de movimiento animal (Camargo-Sanabria *et al.* 2014). A pesar de estos pequeños avances, aún falta por abordar temas como el comportamiento social y su implicación en la dinámica de las poblaciones de ésta especie.

Aspectos de la biología y el comportamiento del chigüiro

El chigüiro se caracteriza por ser una especie social cuya unidad básica de agrupación es el grupo familiar. Las manadas o grupos de esta especie exhiben una jerarquía social en la que existe un macho dominante, una o varias hembras, sus crías y uno o más machos subordinados. Su sistema de apareamiento va de la poliginia (un macho se aparea con varias hembras) a la promiscuidad (varios machos se aparean con varias hembras; Herrera 1992); sin embargo, hay parejas que con crías o sin ellas permanecen juntas varios meses (monógamas; Concha & Vargas 1990).

Los chigüiros machos alcanzan su madurez sexual entre los 18 y 24 meses, equivalentes a un peso entre los 30 a 40 Kg, mientras que las hembras lo hacen entre los 10 y 12 meses, con un peso de 20 Kg, aproximadamente (Azcarate 1980). El ciclo estral es espontáneo y dura cerca de 7 días. El período

de gestación dura de 104 a 126 días y el tamaño de la camada oscila aproximadamente entre tres y cinco individuos. El cuidado de las crías es colectivo y cualquier hembra, sea o no la madre, las amamanta (Jorgenson 1986). Al parecer no existe estacionalidad reproductiva para la especie, aunque Ojasti (1973) describió dos periodos de nacimientos para poblaciones silvestres de los llanos de Venezuela. El primero ocurre entre los meses de agosto y noviembre, al final de la estación lluviosa y principios de la época de sequía; y un segundo entre febrero y abril, al final de la época de sequía. Estos rasgos de la historia de vida de la especie influyen en parámetros demográficos como la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad, la fecundidad y el éxito reproductivo.

Aunque estos parámetros demográficos determinan el tamaño de la población y su viabilidad, el interrogante aquí planteado se dirige a explorar cómo una característica comportamental puede influir en las tasas demográficas de la población. Por ejemplo, en especies sociales, varios aspectos del

comportamiento tales como la dispersión, la supresión reproductiva, el infanticidio y la plasticidad social afectan la dinámica de una población, pues modifican el número de individuos disponibles para la reproducción en la población y por ende repercuten en su crecimiento.

Debido a que el chigüiro es una especie con un alto potencial de aprovechamiento (Ojasti 1991), este artículo manifiesta la importancia de algunos de los aspectos del comportamiento que juegan un papel relevante en el planteamiento de estrategias de manejo de las poblaciones silvestres. El artículo inicia con una sección en la que hacemos una breve descripción de los aspectos poblacionales importantes para el manejo, donde se discutirá principalmente el concepto de tamaño poblacional y tamaño poblacional efectivo. La segunda sección trata las características del comportamiento del chigüiro que pueden influir los parámetros poblacionales antes descritos. Concluimos el artículo con el planteamiento de algunas necesidades de investigación.

Parámetros poblacionales afectados por el comportamiento

Uno de los principales parámetros usados para definir el estado de conservación de una población es el tamaño poblacional (N). En este caso, N es el número de individuos de una población estimados en un lugar determinado (Sutherland 1996). N está definido por la ecuación 1 (Sinclair *et al.* 2006).

$$N_t = e^{rt} N_0 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde N_0 es el tamaño inicial de la población y rt es la tasa intrínseca de crecimiento en el tiempo t .

Aunque N es un buen indicador, no siempre números grandes indican que una población pueda mantenerse en el tiempo; por eso examinaremos el concepto de tamaño efectivo poblacional. Desde el punto de vista genético, el tamaño efectivo poblacional (N_e) está definido como el tamaño de una población ideal que pierde variabilidad genética a la misma tasa que la población real (Ecuación 2; Sinclair *et al.* 2006)

$$N_e = \frac{(NF - 1)}{\left[F + \left(\frac{S^2}{F} \right) - 1 \right]} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde F es el número medio de crías que un individuo produce en toda su vida; y s^2 es la varianza de la producción de crías entre individuos.

Desde el punto de vista demográfico el tamaño efectivo poblacional (N_e) es el tamaño de una población con una proporción de sexos equilibrada y estructura de edades estable, que tiene la misma tasa de cambio en números que la población de interés (Ecuación 3; Sinclair *et al.* 2006).

$$\Delta N = NpbP_f - N(1-p) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde P_f es la proporción de hembras en la población, p es la probabilidad de sobrevivencia media para todos los individuos de todas las clases de edad de la población con una estructura estable de edades y b es el número de nacimientos vivos por hembra en un pulso de nacimientos.

En este sentido, las características de la población que afectan su tamaño están relacionadas con:

1) El número de crías que aporta un individuo a la población; 2) la proporción de hembras en la población y 3) el éxito reproductivo. Estas características determinan la tasa de crecimiento de la población, a través de su influencia sobre la tasa de natalidad. Además, los rasgos enumerados pueden verse afectados por características del comportamiento tales como el sistema de apareamiento, la escogencia de pareja, la estructura social, la dispersión, la migración, y comportamientos especiales tales como el infanticidio y la supresión reproductiva. Por ejemplo, el número de nacimientos es un parámetro que influye sobre la tasa de crecimiento poblacional y los nacimientos están a su vez influenciados por elementos fisiológicos como la edad de maduración del individuo y aspectos comportamentales tales como el sistema de apareamiento (por ejemplo, monógamo o polígamo).

Características Comportamentales del Chigüiro que Pueden Afectar las Decisiones de Manejo

La primera característica de relevancia para el chigüiro es que es una especie social; es decir, que los individuos de esta especie viven en grupos que están organizados de acuerdo a una estructura social intrínseca que le proporciona unas características determinadas a las unidades que conforman la población. El comportamiento social puede fundamentarse en las relaciones de parentesco entre los individuos, como es el caso de los chigüiros que viven en unidades familiares. Cuanto más cerrada es la relación genética de los miembros de un grupo, más estables son los lazos sociales de

sus miembros (relaciones intragrupal); sin embargo, cuanto más cerrado y pequeño es un grupo el grado de endogamia es mayor (Wilson 2000). Así, la vida en grupo favorece la endogamia y disminuye la heterocigosis en la población y consecuentemente su adaptabilidad.

A pesar de estas consecuencias, la vida en grupo ofrece otras ventajas como la disminución de la presión de depredación, el aumento en la eficacia de forrajeo y en el cuidado de las crías y una mejor estrategia de defensa del territorio (Alcock 1998). Por tal razón, en el

momento de planear las estrategias de manejo para esta especie, es necesario tener claro que hay que mantener las unidades sociales o favorecer la formación de grupos.

Otra característica de los sistemas sociales es el tamaño de los grupos o el número de individuos que conforman una unidad social. En el modelo poblacional con estructura de edades no especie-específico desarrollado por Greene *et al.* (1998), los autores obtuvieron como resultado para la simulación con poblaciones no sometidas a extracción que, a medida que aumenta el tamaño de los grupos, aumenta la tasa de crecimiento poblacional hasta un valor en el que el grupo se hace tan grande que se desatan efectos denso-dependientes que ocasionan la disminución de la tasa de crecimiento. Pero cuando se tienen grupos de tamaño pequeño, menos de cinco individuos, la deriva genética juega un papel importante en el crecimiento poblacional ya que pocos individuos en la población pueden dar lugar al efecto Allee. En el caso del chigüiro, los eventos de caza pueden dar lugar a la disminución drástica del tamaño de los grupos, lo cual puede tener consecuencias como las presentadas por Greene *et al.* (1998).

Dispersión

El comportamiento de dispersión ocurre cuando los parentales alejan a sus crías cuando éstas alcanzan la madurez sexual (Wilson 2000). Este comportamiento tiene dos consecuencias en el éxito reproductivo de un individuo (Woodroffe 1998): 1) Reduce la competencia intraespecífica y 2) reduce la probabilidad de endogamia. La dispersión es un mecanismo de flujo genético y por lo tanto cuando esta se impide, el flujo de genes en la población disminuye. La dispersión puede verse impedida o disminuida por falta de hábitat adecuado

para el establecimiento de los nuevos grupos, trayendo como consecuencia el aumento de las distancias de dispersión y el incremento en la probabilidad de muerte debido por ejemplo a la depredación (Van Vuren 1998). Así mismo, puede aumentar la probabilidad de endogamia cuando los individuos no logran dispersarse.

A pesar de la clara función de la dispersión, en grupos como los anfibios, la dispersión no parece evitar la endogamia (Pusey & Wolf 1996). Sin embargo, este interrogante aún no se ha abordado en el caso de los chigüiros, y aún no se conoce el efecto de estos aspectos del comportamiento sobre la estructura genética de los grupos o unidades sociales y sobre la población.

Otros interrogantes sobre la dispersión apuntan a saber cuáles son los individuos que se dispersan, a qué edad, cuál es la distancia de dispersión y en dónde se establecen los nuevos grupos. En esta especie ya se tienen algunas evidencias sobre algunos de estos elementos. Se conoce que la dispersión ocurre en individuos de la categoría de edad subadultos, que se presenta tanto en machos como en hembras (Herrera 1999) y que los individuos de esta especie tienen una capacidad de desplazamiento desde 100 m hasta 75 Km (Ojasti 1973). De acuerdo con estas características, un individuo difícilmente encuentra barreras del paisaje como una carretera o cercas que puedan impedir sus movimientos; además, debido a que hay pocos depredadores naturales que puedan atacar a un individuo adulto, la depredación parece no ser un factor de alto riesgo. El principal factor que puede afectar su dispersión es la falta de hábitat adecuado, especialmente en época de sequía, cuando el alimento se reduce y los cuerpos de agua desaparecen casi en

su totalidad. Bajo este escenario, la tasa de mortalidad sí es afectada por efectos de la falta de recursos durante el desplazamiento de los individuos.

Otras aplicaciones del comportamiento de dispersión pueden enfocarse hacia el diseño de corredores biológicos, que son una de las medidas más aceptadas para restablecer el flujo de las poblaciones animales entre los parches de hábitats fragmentados. Como consecuencia de este restablecimiento, el efecto negativo sobre diversos aspectos poblacionales se disminuye. Algunos de estos aspectos son: Disminución de la tasa de extinción de poblaciones aisladas (Brown & Kordic-Brown 1997 en Baur & Baur 1992), aumento del tamaño poblacional y aumento en la tasa de recolonización (Baur & Baur 1992). En el caso del chigüiro los corredores biológicos son una medida que aún no ha sido contemplada como estrategia de recuperación de poblaciones. Sin embargo, en algunas zonas donde las poblaciones se encuentran más deprimidas y la factibilidad de la translocación es muy baja, los corredores biológicos podrían plantearse como estrategia para restablecer el flujo de individuos.

Infanticidio

Los grupos sociales de los chigüiros se caracterizan porque existe un macho dominante, que es el que consigue la mayor proporción de apareamientos en un grupo (los machos subordinados pueden aparearse, pero en menor proporción; Herrera 1992). Durante los eventos de cacería si el macho dominante es eliminado de la manada, el nuevo macho puede incurrir en infanticidio. Esta situación puede presentarse en las poblaciones de chigüiros, ya que en la caza de subsistencia no se hace una selección de los individuos

por edad o sexo y en la caza comercial se sacrifican individuos de gran tamaño (Ojasti 1991), sin importar su estatus social.

El infanticidio es el comportamiento en el que un individuo adulto mata las crías que aún dependen de la madre y que no son de su propia estirpe (Swenson 2003). Este comportamiento ha sido observado en poblaciones silvestres de chigüiros (Congdon com. pers.), así como en una población criada en cautividad (Da Cunha Nogueira *et al.* 1999). Además, el infanticidio ha sido reportado en varias familias del orden rodentia (Ebensperger & Blumstein 2007), por lo tanto filogenéticamente se puede asumir que los chigüiros tiene predisposición genética para expresar este comportamiento.

El infanticidio tiene como objetivo inducir el ciclo estral de la hembra para que el macho dominante pueda acceder a las hembras reproductivamente activas y así tener su propia descendencia; por lo tanto una de las condiciones del infanticidio es que el macho se aparee con la hembra que ha perdido su cría (Swenson 2003). La consecuencia directa del infanticidio es la reducción del *fitness* de la hembra y el aumento en la tasa de mortalidad de las crías, lo que ocasiona una disminución en el reclutamiento y en el número de individuos potencialmente disponibles para la reproducción. Estos aspectos afectan la tasa intrínseca de incremento poblacional, *r*. Además de las consecuencias demográficas, socialmente el infanticidio puede ocasionar una interrupción en la estructura social del grupo, tal como lo reporta Swenson (2003) en su estudio sobre el oso pardo (*Ursus arctos*). Este autor encontró que el hecho de eliminar un oso adulto macho rompe la organización social por un periodo de 1.5 años, lo cual tuvo como consecuencia la disminución de la tasa finita de

crecimiento poblacional en un 3.4 %. Esta ruptura en la organización social también podría presentarse en los chigüiros dada su territorialidad y condición social (Maldonado & Blumstein 2008).

Se ha encontrado que el infanticidio tiene un efecto relativamente pequeño sobre el tamaño de las manadas de los chigüiros, aunque se desconoce cual sería su consecuencia demográfica (Maldonado & Blumstein 2008). Sin embargo, es posible que el infanticidio afecte la dinámica de las poblaciones de chigüiros de forma similar a lo que se ha identificado en otras especies, en donde se ha encontrado que el infanticidio altera la estructura social de los machos y reduce los intervalos de nacimientos por la modificación de la fisiología reproductiva de las hembras y la receptividad sexual. En poblaciones de chigüiros que son sometidos a la caza, el infanticidio aumenta el efecto que tiene la caza de hembras, por la reducción del número de juveniles reclutados a través del tiempo (Maldonado & Blumstein 2008)

Otro aspecto en el que este comportamiento adquiere importancia es en el caso de las translocaciones. Esta estrategia ha sido planteada como una alternativa para recuperar poblaciones silvestres de chigüiros en algunos lugares de la Orinoquía. En este caso, el infanticidio debe ser considerado antes de plantear el movimiento de los individuos. Cuando la especie presenta infanticidio seleccionado sexualmente, como es el caso del chigüiro, es importante que los manejadores trasladen grupos o unidades sociales en las que se conserve el macho dominante o en caso de no poder asegurar mantener esta unidad, plantear la posibilidad de solo trasladar hembras para que se puedan formar nuevos grupos. De esta forma se evita que se induzcan los eventos

de infanticidio y que se vea afectado el crecimiento poblacional, además de afectar el éxito de la translocación.

Supresión reproductiva

La supresión reproductiva se presenta cuando un individuo adulto potencialmente reproductivo, no se reproduce (Anthony & Blumstein 2000). En este caso el número potencial de hembras reproductivas en un sistema de apareamiento poligínico, se ve disminuido en una proporción dada por el número de hembras activas sobre el número total de hembras en el grupo. El tamaño poblacional se ve afectado porque disminuye el número de hembras disponibles para la reproducción, lo cual afecta directamente la tasa de crecimiento poblacional. En el caso de poblaciones objeto de aprovechamiento en las que se presenta supresión, cuando los individuos activos reproductivamente son eliminados del grupo, los individuos suprimidos no pueden reproducirse inmediatamente (Greene *et al.* 1998). En este caso la población no está en capacidad de reaccionar a los eventos de cacería. Este efecto tiene mayor incidencia en grupos pequeños y especialmente cuando no es posible distinguir entre los sexos al momento de hacer el aprovechamiento (Greene *et al.* 1998), como en el caso de los chigüiros.

La supresión reproductiva se ha encontrado en varias especies animales, especialmente en el grupo de los roedores (Solomon & French 1997). Se presenta en especies de crianza cooperativa, puede ejercerse por medios químicos o comportamentales y puede presentarse en un solo sexo o en ambos (Solomon & French 1997). El chigüiro es una especie de crianza cooperativa (Jorgenson 1986), en la que no todas las

hembras se encuentran reproductivamente activas en un tiempo determinado (Ojasti 1973) y el acceso a las hembras está dominado por el macho de mayor jerarquía. Estas observaciones indican que hay supresión reproductiva tanto de las hembras como de los machos. En el primer caso se sugiere que el mecanismo es de tipo químico, mientras que en el caso de los machos el mecanismo es comportamental, a través de agresiones para mantener la estructura jerárquica. Maldonado & Blumstein (2008) encontraron que la supresión reproductiva de las hembras tiene un efecto mayor sobre dinámica de la población de chigüiros, en comparación con el efecto dado por el infanticidio por parte de los machos.

La supresión reproductiva es una característica que los manejadores deben incluir dentro de sus estrategias o modelos de aprovechamiento. Esto debido a que la capacidad de reproducción de los grupos podría afectar la tasa de crecimiento poblacional, presentándose una disminución poblacional dada la menor cantidad de adultos disponibles para la reproducción. En este caso, hay mayores probabilidades de aumentar el número de hembras no reproductivas y por lo tanto de disminuir el número de nacimientos y de reclutamiento en un período determinado.

Sistema de apareamiento

El sistema de apareamiento de una población describe la proporción de sexos para la reproducción y el número de parejas que sostiene un individuo de cada sexo (Parker & Waite 1997). El sistema de apareamiento además influye directamente el sesgo repro-

ductivo de la población, es decir, la distribución de la reproducción dentro de los miembros del mismo sexo de un grupo social (Keller & Reeve 1994). Así, el sistema de apareamiento de una especie puede afectar la tasa de incremento poblacional debido a que modifica el número de individuos disponibles para la reproducción y determina la capacidad de recuperación de una población ante un evento de depredación natural o de cacería. Las especies monógamas (un macho se aparea con una sola hembra) se ven más afectadas por la extracción que las especies polígamas (un macho se aparea con múltiples hembras y no todos los machos se aparean), debido a que en éstas últimas existe un exceso de individuos de un sexo que puede asumir las funciones de reproducción en el grupo (Greene *et al.* 1998). En especies sometidas a aprovechamiento, la extracción de individuos puede conllevar a un aumento en la competencia intraespecífica por acceso a pareja y consecuentemente un aumento en las tasas de mortalidad (Anthony & Blumstein 2000). Como se había mencionado, el chigüiro es una especie polígama que además tiene una alta tasa reproductiva, estas características sugieren que es una especie con una buena capacidad de recuperación y por lo tanto puede plantearse la posibilidad de una extracción sostenida de sus individuos en el tiempo. Sin embargo, debido a que existen otros factores comportamentales que influyen la proporción de sexos disponibles para la reproducción (por ejemplo la supresión reproductiva), es necesario estudiar cómo interactúa el sistema de apareamiento con aspectos como escogencia de pareja, mecanismos de supresión reproductiva y respuestas fisiológicas de los individuos a la presión de caza.

Conclusiones

Como hemos descrito, hay múltiples formas en las que los aspectos comportamentales influyen la dinámica poblacional de las especies. En el caso de las especies objeto de aprovechamiento como el chigüiro, estas características deben ser incorporadas en los modelos de aprovechamiento, con el fin de reducir el riesgo de inducir disminuciones en la tasa de crecimiento poblacional y en el tamaño de la población (o en el tamaño efectivo poblacional). El chigüiro es una especie que posee un sistema social complejo, que además está sujeto a cambios drásticos en la oferta de recursos del hábitat que afectan las interacciones de competencia intraespecífica y la tasa de mortalidad. En este sentido, es importante adelantar estudios sobre la respuesta social de los individuos a los diferentes posibles escenarios de manejo (por ejemplo la extracción selectiva de machos o hembras, extracción no selectiva) con el fin de hacer un aprovechamiento efectivo de las poblaciones. Es decir, aprovechar el excedente de la población, sin afectar directa o indirectamente el crecimiento poblacional

de la misma. Así mismo, hacer estudios sobre la respuesta social de los individuos ante cambios en los recursos del hábitat con el fin de evaluar cual es el recurso crítico para mantener la funcionalidad de las unidades sociales dentro de la población. También, incorporar a los planes de manejo, acciones de mejoramiento del hábitat tales como la construcción de pozos que mantengan una oferta continua de agua, o suplemento de alimento para favorecer procesos de amansamiento de la especie. Este tipo de acciones pueden disminuir el estrés social y favorecer el aumento de la tasa reproductiva.

Aunque el chigüiro es una especie que ha sido estudiada desde la década de los 70's todavía existe un sin número de características sociales que aun no han sido abordadas y que pueden cambiar la forma de aprovechamiento de ésta especie. Así mismo, estos estudios también pueden dar bases para abordar los problemas experimentados en los ensayos de cría en cautiverio en nuestro país y de esta forma lograr el planteamiento de una estrategia efectiva de reproducción en cautiverio.

Agradecimientos

Presentamos un especial agradecimiento a los biólogos Ángela Camargo y Gustavo Alarcón por sus valiosos comentarios a las versiones previas de este manuscrito. Así mismo, a la Línea en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Maestría en Ciencias-Biología de la Universidad Nacional de Colombia y al profesor Daniel Blumstein del Departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de California por la oportunidad de crecer académicamente en esta área de gran importancia como lo es la ecología del comportamiento.

Literatura Citada

- Alcock, J. 1997. Animal behaviour. 6th ed. Sinauer Associated, Inc.
- Anthony, L. L. & D. T. Blumstein. 2000. Integrating behavior into wildlife conservation: The multiple ways that behavior can reduce Ne. *Biological Conservation* 95:303-315.
- Atuesta-Dimian, N., H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & C. I. Caro. 2014. Evaluación del estado de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 127-146, en López-Arévalo, H. F., P.

- Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Azcarate, T. 1980. Sociobiología y manejo del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Doñana Acta Vertebrata 7(6):1-228.
- Baur, A. & B. Baur. 1992. Effect of corridor width on animal dispersal: A simulation study. Global Ecology and Biogeography Letters 2(2):52-56.
- Camargo-Sanabria, A. A., L. E. Pardo, H. F. López-Arévalo, O. L. Montenegro, P. Sánchez-Palomino & C. I. Caro. 2014. Área de acción y movimientos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Algunas consideraciones para su manejo. Pp. 293-310, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Cassini, M. 1999. Etología y conservación: Un encuentro con futuro. Etología 7:1-4.
- Concha, L. L. & L. F. Vargas. 1990. El chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) cría y explotación racional en zocriaderos. Trabajo presentado al concurso premio Bavaria del Medio Ambiente. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.
- Da Cunha Nogueira, S. S., S. L. Gama, E. Otta, C. Dos Santos Dias & A. De Carvalho. 1999. Determination of the causes of infanticide in capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* groups in captivity. Applied Animal Behaviour Science 62:351-357.
- Ebensperger, L. A. & D. T. Blumstein. 2007. Nonparental infanticide rodents. Pp. 267-279, en Wolff, J. O. & P. W. Shermann (eds.). *Rodents societies: An ecological & evolutionary perspective*. The University of Chicago Press.
- Greene, C., J. Umbanhowar, M. Mangel & T. Caro. 1998. Animal breeding systems, hunter selectivity, and consumptive use in wildlife conservation. Pp. 271-305, en Caro, T. (ed.). *Behavioral ecology and conservation biology*. Oxford University Press, New York Greene.
- Guzmán-Lenis, A. R., A. A. Maldonado-Chaparro, H. F. López-Arévalo, P. Sánchez-Palomino, O. L. Montenegro & M. A. Torres. 2014. Calidad de hábitat disponible para el chigüiro en las sabanas inundables de la Orinoquía: Propuesta metodológica. Pp. 59-75, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Herrera, E. A. 1992. Growth and dispersal of capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris* in the Llanos of Venezuela. Journal of Zoology 228:307-316.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. Etología 7:41-46.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on the ecology and behavior of capybaras in northeastern Colombia. Vida Silvestre Neotropical 1:31-40.
- Keller, L. & H. K. Reeve. 1994. Partitioning of reproduction in animal societies. Trends in Ecology & Evolution 9:98-102.
- Maldonado-Chaparro, A. & D. T. Blumstein. 2008. Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. Biological Conservation 141: 1945-1952.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1991. Human exploitation of capybara. Pp. 236-253, en Robinson, J. G. & K. H. Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago.
- Parker, P. G. & T. A. Waite. 1997. Mating systems, effective population size, and conservation of natural populations. Pp 243-261, en Clemmons, J. R. & R. Buchholtz (eds.). *Behavioral approaches to conservation in the wild*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Primack, R. 2000. A primer of conservation biology. 2nd ed. Sinauer Associated, Inc.
- Pusey, A. & M. Wolf. 1996. Inbreeding avoidance in animals. Trends in Ecology & Evolution 11:201-206.

- Robinson, J. & K. Redford. 1997. Uso y conservación de la vida silvestre neotropical. Fondo de cultura económica. México.
- Sinclair, A. R., J. M. Fryxell, G. Caughley. 2006. Conservation in theory. Pp. 289-310, en *Wildlife ecology, conservation and management*. 2nd Ed. Blackwell Publishig. USA.
- Solomon, N. G. & J. A. French, 1997. The study of mammalian cooperative breeding. Pp. 1-10, en Solomon, N. G. & J. A. French (eds.). *Cooperative breeding in mammals*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sutherland, W. 1996. Ecological census techniques a handbook. Cambridge Univesity Press. Cambrige.
- Sutherland, W. 1998. The importance of behavioral studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56:801-809.
- Swenson, J. E. 2003. Implications of sexually selected infanticide for hunting of large carnivores. Pp 171-189, en Festa-Bianchet, M. & M. Apollonio (eds.). *Animal behaviour and wildlife management*. Island Press, Washington, D. C.
- Van Vuren, D. 1998. Mammalian dispersal and reserve design. Pp. 369-393, en Caro, T. (ed.). *Behavioral ecology and conservation biology*. Oxford University Press, New York.
- Wilson, E. O. 2000. Sociobiology, the new synthesis. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Woodroffe, R. 1998. Dispersal and conservation: A behavioral perspective on metapopulation persistence. Pp 33-48, en Festa-Bianchet, M. & M. Apollonio (eds.). *Animal behavior and wildlife management*. Island Press, Washington, D. C.

Implicaciones de la ecología espacial y del comportamiento de chigüiros en el manejo de sus poblaciones

Adriana Alexandra Maldonado-Chaparro¹ & Pedro Sánchez-Palomino^{1, 2}

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.

Resumen

El chigüiro es una especie con alto potencial de aprovechamiento debido a sus características biológicas y ecológicas. Por esta razón es utilizada con fines comerciales y de subsistencia en países como Colombia, Venezuela, Brasil y Argentina. En Colombia, el aprovechamiento de sus poblaciones se realiza directamente del medio, lo cual ha traído como consecuencia la disminución de sus poblaciones naturales, especialmente en el departamento de Arauca. El aprovechamiento sostenible de las poblaciones silvestres debe fundamentarse en el conocimiento de aspectos del comportamiento, que permitan inferir acerca del funcionamiento de parámetros poblacionales como la tasa de reproducción, la relación de sexos y la tasa de dispersión, así como sobre la variabilidad genética de la población. Con base en los resultados que obtuvimos en estudios previos sobre el comportamiento social y espacial de una población de chigüiros localizada en Hato Corozal, Casanare, elaboramos esta síntesis donde planteamos herramientas para el desarrollo de estrategias de manejo de las poblaciones silvestres en la Orinoquía colombiana dirigidas al manejo de hábitat y poblaciones. Las estrategias propuestas incluyen la evaluación de métodos de muestreo para estimación de densidades, identificación de recursos clave del hábitat, estrategias de cosecha selectiva y cría en cautiverio.

Palabras claves: Chigüiros, comportamiento social, ecología espacial, manejo de poblaciones.

Abstract

The capybara is a species with a high harvesting potential due to its biological and ecological features. It is used for commercial and subsistence purposes in Colombia, Venezuela, Brazil and Argentina. In Colombia, capybara populations have been harvested directly from their habitat a fact that led to a decrease of the natural populations, especially in Arauca Department. Sustainable exploitation of wild populations must

be based on the knowledge of behavioral traits that allow us to infer about population parameters such reproduction rate, sex ratio and dispersion rate, as well as on population genetic variability. Based on the results we obtained in previous studies on the social and spatial behavior of a capybara population located in Hato Corozal (Casana-re) Municipality, we develop this synthesis, which proposes habitat and population management strategies for wild populations in Colombian Orinoquía. These strategies include the assessment of sampling methods for density estimation, identification of key resources in the habitat, selective harvesting and captive breeding.

Key words: *Capybara, social behavior, spatial ecology, wildlife management.*

Introducción

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es una especie con alto potencial de aprovechamiento debido a sus características biológicas y ecológicas (Ojasti 1991), tales como gran tamaño corporal, alto índice reproductivo, rápida adaptación al ecosistema de sabana y precocidad de sus crías (González-Jiménez 1995). En países como Colombia, Venezuela, Brasil y Argentina, esta especie es utilizada con fines comerciales y de subsistencia, bajo esquemas de aprovechamiento en ciclo abierto (directamente del medio) y cerrado (cría en cautiverio), principalmente por su carne y cuero. Actualmente, Venezuela es el único país que explota las poblaciones naturales de chigüiros de forma semi-intensiva, con una reglamentación legal y técnica basada en estudios científicos que hasta la fecha ha tenido buenos resultados (Herrera 1999). En Colombia se han adelantado estudios desde el año 2003, enfocados en las poblacionales y el hábitat de los chigüiros, como herramienta para sustentar la normatividad que reglamente el aprovechamiento legal de esta especie (UNAL-MMAVDT 2006).

Debido a que en Colombia el uso de esta especie sólo se hace de forma extractiva del medio natural, la presión de caza a la

que se ha sometido al chigüiro ha ocasionado la disminución de sus poblaciones en departamentos como Arauca y Casanare (ICN 2002). Para mitigar esta situación se han planteado estrategias de manejo de poblaciones como la reintroducción y el reforzamiento poblacional (Atuesta-Dimian *et al.* 2014), y el enriquecimiento del hábitat con la construcción de tapas y diques, y la profundización de esteros para aumentar la disponibilidad de agua. Sin embargo, para implementarlas es necesario conocer varios aspectos biológicos y ecológicos del chigüiro que proporcionen instrumentos eficientes para lograr una buena formulación de estas prácticas.

El aprovechamiento sostenible de las poblaciones de especies silvestres generalmente se basa en el conocimiento sobre el número y la distribución de sus individuos, y sobre cómo estos parámetros poblacionales pueden ser afectados por las intervenciones humanas (Sinclair 2006). Herrera (1999) propuso que para el diseño de planes manejo es importante conocer aspectos de comportamiento como los patrones de uso de hábitat y de forrajeo, el comportamiento reproductivo y la defensa

contra depredadores. Cada uno de estos aspectos está estrechamente relacionado con el comportamiento espacial y social de los individuos y nos permiten inferir acerca del funcionamiento de parámetros poblacionales como la tasa de reproducción, la relación de sexos y la tasa de dispersión, así como sobre la variabilidad genética de la población. Adicionalmente, estos parámetros definen la forma como una población con potencial de aprovechamiento, debe ser utilizada de forma tal que se minimicen los efectos negativos sobre el tamaño de la población. En este sentido, nuestro propósito es ofrecer herramientas desde la ecología espacial y del comportamiento, para el desarrollo de estrategias de manejo de las poblaciones silvestres de chigüiros en la Orinoquía colombiana.

El estudio sobre el patrón de distribución espacial y el comportamiento social, en el que se basa la presente síntesis lo realizamos en dos épocas climáticas contrastantes, una época de lluvias entre octubre y noviembre de 2007 y otra en la época seca en enero de 2008. La población objeto de estudio estaba ubicada en el Hato Andalucía (06°0'52.0"N y 71°31'16.7"W), municipio de Hato Corozal, Casanare, Colombia. En este estudio evaluamos la distribución espacial de los grupos en la población de chigüiros en toda el área de estudio, mientras que la estructura social la evaluamos solo en un grupo focal dentro del área. Los resultados de esta investigación se encuentran detallados en Maldonado-Chaparro & Sánchez (2010). Sin embargo, en la presente síntesis retomaremos algunos de estos resultados para plantear estrategias de manejo de las poblaciones silvestres de chigüiros y su hábitat, involucrando aspectos de la ecología espacial y el comportamiento.

Los resultados del estudio de Maldonado-Chaparro & Sánchez (2010) sobre la distribución espacial de los grupos muestran que aunque el número de individuos registrados en el área de estudio es mayor en la época seca, el número de grupos se mantiene constante a lo largo del periodo de estudio. Así mismo, el tamaño promedio de las manadas en este estudio fue mayor para la época seca que para la época de lluvias, esta variación ha sido señalada en grupos de chigüiros en las sabanas de Venezuela (Ojasti 1973). De acuerdo a Maldonado-Chaparro & Sánchez (2010), en las dos épocas evaluadas, el patrón de distribución espacial fue agregado con variaciones de grado asociadas a la escala evaluada; el grado de agregación y la estructura espacial del mismo fueron diferentes. Durante la época seca, los grupos presentaron un alto grado de agregación, en todas las escalas evaluadas.

Las relaciones entre los individuos del grupo presentan una organización social estructurada, la cual varía entre una época y otra. La estructura del grupo en la época de lluvias está compuesta por los individuos dentro del grupo que se encuentran más segregados. En esta época se presenta un componente principal de menor tamaño y una mayor cantidad de componentes o individuos solitarios. Durante la época seca el componente principal es de mayor tamaño y hay un consecuente menor número de individuos solitarios. En esta época climática, en el grupo se presenta una mayor influencia de individuos centrales y una mayor habilidad de organización en niveles inferiores (por ejemplo subgrupos). En ambos periodos, la cohesión social es alta, los individuos del grupo están conectados entre ellos a través de un máximo de dos individuos; aunque la capacidad de los individuos para formar vínculos con otros miembros del grupo baja.

Distribución Espacial

Los patrones de distribución agregados se presentan como respuesta a diferencias en características del hábitat y a las variaciones en las condiciones del clima (Odum 2005). En nuestro caso, los chigüiros parecen responder a cambios en las condiciones ecológicas del hábitat determinadas por el régimen de lluvias y vientos de la región (Maldonado-Chaparro & Sánchez-2010). La distribución de los grupos se ve afectada por la disponibilidad de agua en el ambiente, de tal forma que cuando se presenta escasez del recurso los grupos se aglomeran alrededor de los cuerpos de agua remanente. Este aspecto implica que para reducir sesgos en el muestreo, las evaluaciones deben hacerse a través de los diferentes tipos de hábitat y de forma perpendicular a ríos y esteros.

De otro lado, dado que el comportamiento de los grupos se presenta como respuesta a ciertas características del hábitat, la relación entre las zonas de mayor agregación puede conducir a determinar recursos claves del hábitat que pueden usarse como base para el diseño de áreas de manejo, ya sea para aprovechamiento o para conservación. La identificación de los recursos claves nos permite hacer modificaciones al hábitat que optimicen el uso del hábitat y conduzcan al aumento en la capacidad de carga del mismo. De esta forma se disminuye la competencia intra-específica y se favorecen los procesos de reproducción de la población.

Bajo la perspectiva del aprovechamiento, las zonas de mayor agregación pueden ser usadas como sitios de manejo de las poblaciones en los cuales se haga suplemento alimentario. Así mismo, en estas zonas se podrían poner en práctica estrategias de amansamiento que permitan lograr una mejor producción en la cosecha y realizar una mejor selección de individuos para el sacrificio. Un esquema de manejo similar al propuesto es practicado con éxito en poblaciones silvestres de Brasil (Bezerra 2004). Por el contrario, en el panorama de la conservación estas áreas nos permiten perfilar zonas para la protección de la población.

Debido a que las zonas más pobladas o con mayor densidad desatan mecanismos de mortalidad denso-dependientes, el manejo de las poblaciones durante la época seca es más favorable si se realiza con el objeto de reducir la influencia de estos mecanismos sobre la población. En este caso, la extracción de individuos o cosecha es aconsejable, ya que favorece un aumento en la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, esta cosecha debe realizarse teniendo en cuenta aspectos del comportamiento social de la especie como la supresión reproductiva, la cual afecta considerablemente el tamaño poblacional (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008).

Comportamiento Social

Los patrones de comportamiento social de los individuos de una especie surgen de la interacción de los individuos con sus co-específicos o con el ambiente físico (He-

melrijk 2000). De acuerdo con Lott (1991, en Anthony & Blumstein 2000) las características sociales pueden cambiar en respuesta a las variaciones ambientales, por

lo que es importante conocer el factor que desencadena dichos cambios a la hora de plantear estrategias de manejo (Anthony & Blumstein 2000). Nuestros resultados soportan la idea que el comportamiento de la especie es flexible, siendo afectado por la oferta del recurso agua, mostrando un consecuente cambio en la distribución espacial de los grupos y en su estructura social.

La variación en el número de interacciones registradas en las dos épocas de este estudio, puede plantearse como un factor a tener en cuenta en el momento de planificar, por ejemplo, programas de cría en cautiverio. El aumento de dichas interacciones puede ser un indicador de estrés social generado por el aumento en la densidad de individuos y grupos; este estrés puede actuar a nivel fisiológico afectando de forma negativa el potencial de reproducción de la población. Estudios previos de cría semi-intensiva, muestran que la alta densidad de individuos afecta la tasa de natalidad y la mortalidad de crías (Ojasti 1980). Por ello, en condiciones de cautiverio, el estrés generado por el “hacinamiento” puede ser evitado manteniendo los individuos dentro de un rango de densidad favorable para la reproducción.

En cuanto a la estructura social del grupo, el hecho de que la cohesión se mantuviera uniforme en los dos períodos de estudio, nos permite pensar en la planeación de cosechas a lo largo de todo el año. Sin embargo, debido a que otros aspectos de las relaciones sociales como la centralidad y la capacidad de formar subgrupos son afectados por la variación estacional del clima, es importante entender cómo estas variables pueden afectar los parámetros de la población. En primera instancia, se encontró que un miembro del grupo puede comunicarse con otro a través de un número promedio

de dos individuos, lo cual indica que en términos de extracción de individuos, la remoción de uno de ellos no implica una pérdida significativa de información, puesto que esta puede fluir a través de otras vías. Sin embargo, antes de formular conclusiones definitivas en este sentido hay que tener en cuenta, por ejemplo, la forma como se dan los procesos de aprendizaje y otros aspectos relacionados con el intercambio de información al interior del grupo, los cuales no están estudiados en esta especie.

En contraposición a lo anterior, los bajos valores del coeficiente de agrupamiento encontrados por Maldonado-Chaparro & Sánchez (2010) indican que el grupo no tiene una buena capacidad de recuperar su estructura después de un evento de muerte. Sin embargo, debido que al interior del grupo hay individuos con alto coeficiente de agrupamiento, que posiblemente corresponden a individuos dominantes, las estrategias planteadas deben tener en cuenta tanto el sexo como la edad al momento de la cosecha. Este hecho es coherente con la presencia de individuos con mayor grado de centralidad dentro del grupo, lo cual indica que algunos de ellos son facilitadores de los procesos de transferencia de información al interior del grupo. No obstante, a pesar de la posible importancia de los individuos centrales en el mantenimiento de la estructura del grupo, Maldonado-Chaparro & Blumstein (2008) encontraron que la muerte de un individuo dominante, un posible individuo central, no tiene un efecto significativo a largo plazo sobre el tamaño poblacional.

La mayor vulnerabilidad del grupo a la fragmentación, medida como número de “cliques”, durante la época seca, nos indica que para el caso del aprovechamiento en

ciclo abierto, la mejor época para cosechar es la transición de la época de lluvias a la época seca, cuando el grupo aún no se ha reorganizado. La presencia de estos subgrupos puede ser consecuencia de la optimización del forrajeo a través del mecanismo de fusión-fisión, el cual se potencializa en la época seca cuando hay escasez de recursos. En este sentido, la suplementación de alimento en el hábitat puede favorecer la permanencia de los subgrupos originales, dando una mayor flexibilidad al grupo para responder a eventos de cosecha. Por otro lado, desde el punto de vista del aprovechamiento en ciclo cerrado, la cría en cautiverio de esta especie requeriría que se mantuviera la subestructura del grupo al

momento de establecer el pie de cría y al fijar los sistemas de cría usados durante la producción.

Finalmente, las aplicaciones planteadas tienen como fundamento la comprensión de los mecanismos sociales, a partir de los cuales pueden desprenderse nuevas formas de manejar las poblaciones. El conocimiento de los aspectos ecológicos aquí descritos es una herramienta potencial para generar modelos a partir de los cuales podamos comprender la respuesta de los sistemas sociales a los cambios en la disponibilidad y la distribución de los recursos y así poder anticipar las consecuencias de los usos extractivos y las manipulaciones del hábitat.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a Gustavo Alarcón-Nieto por sus valiosos comentarios y sugerencias durante la escritura del manuscrito. A M. Delgado y a nuestros asistentes de campo por las facilidades logísticas proporcionadas durante la fase de campo del presente trabajo. A la Universidad Nacional de Colombia – División de Investigación sede Bogotá–DIB por la financiación económica y a IDEAWILD por los equipos donados para esta investigación.

Literatura Citada

- Anthony, L. L & D. T. Blumstein. 2000. Integrating behaviour into wildlife conservation: The multiple ways that behaviour can reduce NE. *Biological Conservation* 95:303–315.
- Atuesta-Dimian, N., C. Sarmiento, K. Barragán F. & O. L. Montenegro. 2014. Reforzamiento de poblaciones de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) afectadas por sobre cosecha en el municipio de Hato Corozal (Casanare): Propuesta metodológica y viabilidad del proyecto. Pp. 257-271, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Bezerra, P. 2004. Crianza racional de capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en Brasil. Pp. 119-134, en Oikos-UNITROPICOS (eds.). *Memorias encuentro Latinoamericano sobre investigación y aprovechamiento sostenible de Hydrochoerus hydrochaeris*. Yopal.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- Hemelrijk, C. K. 2000. Towards the integration of social dominance and spatial structure. *Animal Behaviour* 59(5):1035–1048.

- Herrera, E. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7: 41-46.
- ICN (Instituto de Ciencias Naturales). 2002. Implementación de la fase inicial del programa de manejo del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en semicautiverio, como estrategia de conservación de la biodiversidad en la Orinoquía colombiana y acopio de información complementaria, en Instituto de Ciencias Naturales. Implementación del plan estratégico nacional para la conservación y recuperación de especies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática continental amenazadas de extinción. Convenio de Cooperación Científica y Tecnológica No. 085. Ministerio del Medio Ambiente - Universidad Nacional de Colombia. Informe final. Bogotá.
- Maldonado-Chaparro, A. & D. T. Blumstein. 2008. Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. *Biological Conservation* 141(8):1945-1952.
- Maldonado-Chaparro & P. Sánchez. 2010. Seasonal spatial distribution patterns of a capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) population in the flooded savannas of Colombia. *Mastozoología Neotropical* 17(2):287-294.
- Odum, E. P. & Barret, G. W. 2005. Fundamentos de ecología. 5ª edición. Editorial Thompson, México.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1980. Ecology of capibara raising on inundated savannas of Venezuela. *Tropical Ecology & Development*: 287-293.
- Ojasti, J. 1991. Human exploitation of capybara. Pp. 236-253, en Robinson, J. G. & K. H Redford (eds.). *Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago University Press, Chicago.
- Sinclair, A. R. E., J. M. Fryxell & G. Caughley. 2006. *Wildlife ecology, conservation, and management*. 2nd Ed. Blackwell Publishig. USA.
- UNAL & MAVDT (Universidad Nacional de Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2006. Convenio interadministrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V. Bogotá. Informe final.

Área de acción y movimientos del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, Colombia: Algunas consideraciones para su manejo

Ángela Andrea Camargo-Sanabria¹, Laín E. Pardo¹, Hugo Fernando López-Arévalo^{1,2}, Olga L. Montenegro^{1,2}, Pedro Sánchez-Palomino^{1,3} & Clara Inés Caro⁴

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.

⁴ Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible -GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquía Colombiana. Universidad de Los Llanos.

Resumen

Esta investigación busca aportar información sobre el área de acción y movimientos de los chigüiros en las sabanas inundables del Casanare, Colombia, como apoyo a la definición de unidades de manejo para la especie. Capturamos y radiomarcamos siete chigüiros en los hatos Miramar y Las Taparas. Seguimos tres animales durante la época de lluvias (julio - septiembre de 2004) y cuatro animales en época seca (enero - febrero de 2006). Estimamos el área de acción de los individuos con el método del polígono mínimo convexo y el 95 % de localizaciones, mientras que el área nuclear la estimamos con la media armónica y el 50 % de localizaciones. Obtuvimos 450 localizaciones, 207 para la época de lluvias y 243 para la época seca. El área de acción promedio en época de lluvias de 32.73 ± 26.12 ha, fue significativamente mayor que la estimada para época seca de 7.16 ± 4.96 ha. En época de lluvias los animales recorrieron una distancia diaria promedio de 581.40 ± 246.30 m, mientras que en época seca se desplazaron 319.10 ± 122.60 m. Los patrones de movimientos observados sugieren que las fuentes de agua y el bosque son los recursos más importantes para los animales, especialmente en época seca. Discutimos la importancia de conocer las variaciones en las áreas de acción a lo largo del tiempo para la conservación y manejo de la especie, así como su aplicación en la definición de unidades de manejo en la Orinoquía colombiana.

Palabras claves: Área de acción, chigüiro, patrón de movimientos, telemetría, uso de hábitat.

Abstract

We investigated home range and movements of capybaras at the flooded savannas of Casanare (Colombia), as a tool in the definition of management units for this species. We captured and radio-marked seven animals at the Miramar and Las Taparas ranches.

In our study, we tracked three animals during the rainy season (July - September of 2004) and four animals during the dry season (January - February of 2006). We used the minimum convex polygon method with 95 % of locations to estimate home range size. We used the harmonic mean with 50 % of the locations to estimate the nuclear area. We obtained 450 locations, 207 from the rainy season and 243 from the dry season. The mean home range size was significantly larger in the rainy season (32.73 ± 26.12 ha) than in the dry season (7.16 ± 4.96 ha). The capybaras travelled a mean daily distance of 581.40 ± 246.30 m during the rainy season, while in the dry season they moved 319.10 ± 122.60 m. Movement patterns suggested that water and forest cover are the most important resources for the animals, especially in dry season. We discuss the importance of knowing home range size variations through time for conservation and management of capybara, as well as its application in defining management units in the Colombian Orinoquia.

Key words: Home range, capybara, movement patterns, telemetry, habitat use.

Introducción

El término movimiento en mamíferos incluye conceptos como actividad, área de acción, inmigración, emigración y movimientos asociados con comportamiento y territorio (Sanderson 1966). En el contexto del manejo de fauna, los estudios sobre movimientos son necesarios porque ayudan a resolver interrogantes relacionados con el comportamiento de una población luego de ser aprovechada, el tamaño adecuado de una reserva para la protección de especies claves o el área mínima para el manejo eficiente de una especie particular (Caro 1998, Ojasti 2000).

Los estudios sobre uso del espacio en chigüiros han relacionado el tamaño de las áreas de acción, el uso de hábitat, la dispersión y los patrones de actividad con el comportamiento de territorialidad y la disminución de recursos claves (MacDonald 1981, Herrera & MacDonald 1989). Se ha identificado que el hábitat potencial para el chigüiro debe contener cuerpos de agua,

forraje y cobertura herbácea y/o arbórea de protección (Ojasti 1973, Alho *et al.* 1989). De éstos, el agua parece ser el recurso limitante que determina la defensa del territorio (Herrera & MacDonald 1989).

A lo largo de la distribución de la especie existen varios estudios que estiman los tamaños de las áreas de acción. En Venezuela, MacDonald (1981) y Herrera & MacDonald (1989) han calculado áreas desde 5.5 hasta 16.3 ha. En el bosque lluvioso amazónico, Soini & Soini (1992) estimaron áreas de 41 y 26 ha para dos años consecutivos, respectivamente. Alho *et al.* (1989), calcularon áreas entre 9.42 y 204.5 ha en el pantanal brasileño, un área menos productiva que los llanos de Colombia y Venezuela. En todos los trabajos, excepto en el de Alho *et al.* (1989), las áreas de acción estimadas para la época seca son menores que las de época de lluvias. En época seca, los animales se desplazan menos pues gastan la mayor parte de su tiempo en los escasos lugares con remanentes de agua;

por el contrario, en época de lluvias, los animales están en capacidad de viajar mayores distancias para seleccionar forraje de alta calidad (Barreto & Herrera 1998).

En Colombia, se ha encontrado áreas de acción promedio de 34 y 44 ha en los departamentos de Arauca y Meta, respectivamente (Perea & Ruiz 1977). Los chigüiros son considerados animales de marcha lenta en los desplazamientos de su actividad alimentaria y en los traslados de un sitio a otro dentro de su área de acción (Perea & Ruiz 1977).

En este estudio determinamos el área de acción y el patrón de movimientos de manadas de chigüiros en el municipio de Paz de Ariporo, Colombia. Específicamente buscamos responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el área de acción promedio de los chigüiros?, ¿Cuánto se desplazan al día? ¿Existen diferencias en estos parámetros de movimiento de una época climática a otra? Las respuestas a estas preguntas buscan aportar criterios para la definición de unidades de manejo para la especie en la Orinoquía colombiana.

Métodos

Realizamos este trabajo en los hatos Miramar (994 000 a 1 000 000 m E, 1 118 000 a 1 124 000 m N)¹ y Las Taparas (990 000 a 996 000 m E, 1 106 000 a 1 112 000 m N) del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, Colombia (IAvH 2004). La mayor parte del territorio es plano y corresponde a la región de los llanos orientales inundables. La altura varía entre 110 y 230 msnm y la temperatura media anual oscila de 22 a 27 °C. La región presenta dos temporadas climáticas, una época de sequía entre los meses de noviembre y marzo y una época de lluvias entre los meses de abril y octubre.

En la zona se pueden identificar las siguientes coberturas vegetales: 1) Bosque de galería, ubicado a lo largo de los cursos de agua o caños; 2) Sabana limpia, caracterizada por la presencia de guaratara (*Axonopus purpusii*) y lambedora (*Leersia hexandra*), es el tipo de sabana más usado para la ganadería; 3) sabana arbolada, que corresponde a sabana con arbustos de bajo porte; 4) ecotono,

que es la transición entre el bosque de galería y la sabana; 5) pajonal, ubicado en la sabana con pastos de aproximadamente 1.5 m de altura como el rabo de vaca (*Andropogon bicornis*) y la víbora (*Imperata contracta*); 7) pajonal disperso, áreas en la sabana en donde se mezclan el rabo de vaca, la víbora y algunas ciperáceas con alturas menores a los 50 cm; y 8) esteros, que son cuerpos de agua que en época seca se secan casi por completo (Guzmán 2005).

Fase de campo

El estudio lo realizamos entre el 24 de junio y el 7 de agosto, y entre el 24 de septiembre y el 5 de octubre de 2004 (época de lluvias) en el Hato Miramar y del 17 de enero al 22 de febrero de 2006 (época seca) en el Hato Las Taparas. En cada lugar hicimos un recorrido de reconocimiento e identificamos los lugares de captura tratando que correspondieran a tipos de cobertura diferentes. Los animales fueron capturados por enlaza-

1 Coordenadas planas origen Este Central.

do con ayuda de los baquianos de la zona. A los animales capturados en el Hato Miramar les colocamos collares que portaban transmisores de telemetría MOD-205 marca Telonics (932 E. Impala Avenue. Mesa, Arizona) y para los individuos capturados en el Hato Las Taparas utilizamos collares con transmisores TW-4 marca Biotrack® (Wareham, UK).

Para determinar la localización de los animales utilizamos dos receptores Telonics TR-4, dos antenas unidireccionales tipo H de dos elementos (RA-2AK) y dos brújulas. Dado el reducido alcance de los collares, colocamos las estaciones fijas de lectura en un radio de 200 m alrededor de cada lugar de captura. En cada lugar instalamos entre 10 y 11 estaciones distanciadas 150 m, aproximadamente. Georreferenciamos cada estación con un GPS 12 XL marca Garmin® (Olathe K.S, USA).

Cada localización fue determinada de forma simultánea por dos personas, cada una de las cuales tomó mínimo tres azimuts desde estaciones diferentes, empleando máximo doce minutos por localización. Cuando fue posible, utilizamos la técnica de *homing* para observar directamente a los individuos y hacer anotaciones sobre su comportamiento o el tamaño de grupo. Tomamos la posición geográfica del animal marcado.

La toma de datos (azimuts) la realizamos diariamente desde las 8:00 hasta las 17:00 horas a intervalos de 1 hora en época de lluvias y de tres horas en época seca. Debido a que los animales capturados podrían aislarse de su manada, iniciamos el seguimiento tres a cuatro días después del marcaje, cuando los individuos se reincorporaron a las mismas.

Análisis de datos

Estimamos las localizaciones de cada animal con el programa LOCATE III (Nams 2006) que utiliza el estimador de Lenth para generar las coordenadas de la posición del animal a partir de los azimuts tomados en campo y da una elipse de error con un 95 % de confianza. Importamos estas coordenadas al programa RANGES VI (Anatrack®, Wareham, UK) para calcular el área de acción con el método de polígono mínimo convexo (PMC), y las áreas nucleares y centros de actividad con la media armónica. Dado que el área de acción generada con el PMC se ve influenciada por las localizaciones extremas, eliminamos el 5 % de las localizaciones exteriores para evitar sobre-estimaciones (White & Garrot 1990). De esta manera, calculamos áreas de acción con el 100 % y 95 % de los datos, así como un área núcleo con el 50 % de las localizaciones (White & Garrot 1990).

Obtuvimos el tiempo de independencia entre localizaciones con el programa RANGES V (Anatrack®, Wareham, UK). Este programa grafica el intervalo de muestreo en el eje X y el índice de Schoener en el eje Y (Kenward & Hodder 1996). Este valor lo calculamos inicialmente para los datos de época de lluvias y a partir de él decidimos el intervalo de muestreo para la época seca.

En el programa RANGES VI calculamos los parámetros de movimiento de cada uno de los animales marcados. Estos parámetros fueron: 1) El rango lineal o distancia máxima entre localizaciones; 2) el radio de actividad, entendida como la distancia promedio entre el centro de actividad y cada localización; 3) la distancia máxima del radio de actividad, tomada desde el centro de actividad; y 4) distancia diaria

recorrida, calculada como el promedio de las distancias recorridas durante todos los días de muestreo.

Con el fin de determinar si había diferencias significativas en el tamaño de las áreas de acción y en los desplazamientos de época de lluvias y época seca, comparamos los datos promedio con una prueba U de Mann Whitney (Zar 1999). Para analizar las coberturas presentes dentro del área de acción,

usamos el programa RANGES VI, sobreponiendo los contornos de las áreas de acción de cada animal sobre el mapa de tipos de coberturas de la zona de estudio. El mapa lo elaboramos a partir de una imagen de satélite LANDSAT de 2001 a escala 1:25 000. Procesamos la imagen con el programa ERDAS 8.5 (ERDAS inc. Atlanta, EUA) con filtro mayoritario de 7 x 7. Determinamos el porcentaje del área de acción de cada animal que correspondía a cada tipo de cobertura.

Resultados

Capturamos siete individuos, tres en la época de lluvias de 2004 y cuatro en la época seca de 2006. En la época de lluvias todos los individuos capturados fueron machos adultos, mientras que en la época seca capturamos una hembra adulta, un macho subadulto y un macho adulto (Tabla 1).

Obtuvimos 450 localizaciones, 207 para la época de lluvias y 243 para época seca. En cada época, los animales tuvieron diferente número de localizaciones exitosas debido a variaciones en la calidad de la señal o a factores ambientales que limitaban el seguimiento en un determinado momento (Tabla 2).

Tabla 1. Datos de sexo, edad, época de captura, tipo de cobertura y duración del seguimiento de siete chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) capturados y marcados con radiocollares en los hatos Miramar y Las Taparás, Paz de Ariporo, Casanare. M = Macho; H = Hembra; A = Adulto; sA = Subadulto

Id Animal	Sexo/ Edad	Época y lugar de captura	Sector de captura	Tipo de cobertura	Días de seguimiento
I	M/A	Época de lluvias (2004). Hato Miramar	Caño La Hermosa	Sabana arbolada	40
II	M/A		Salero El Mangón	Pajonal disperso	50
III	M/A		Las Palmas	Pajonal	50
IV	M/sA	Época seca (2006). Hato Las Taparás	Caño Las Correas	Bosque de galería	32
V	H/A		Estero seco	Estero	32
VI	M/A		Sabana entre caño Las Correas y Las Abejas	Sabana limpia	32
VII	M/A		Estero seco	Estero	32

Tabla 2. Área de acción (ha) y área núcleo (ha) para siete chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) radiomarcados en los hatos Miramar y Las Taparas, Paz de Ariporo, Casanare. D.E. = Desviación estándar.

Época	ID animal	No. total localizaciones	Área de acción (ha)		Área núcleo (ha)
			100 %	95 %	50 %
Época de lluvias	I	51	4.02	3.76	1.54
	II	82	74.31	54.47	4.49
	III	74	42.75	39.97	21.82
	Promedio		40.36	32.73	9.29
	D.E.		35.20	26.12	10.97
Época seca	IV	57	11.43	6.32	0.87
	V	46	10.68	5.14	0.58
	VI	77	4.59	2.88	0.21
	VII	63	30.23	14.28	1.86
	Promedio		14.23	7.16	0.88
	D.E.		11.09	4.96	0.71

Uniéndolo los datos obtenidos para todos los animales, encontramos que el área de acción promedio fue de 18.12 ± 20.65 ha. Las áreas de acción difirieron significativamente entre épocas climáticas ($U = -2$; $n_1 = 3$, $n_2 = 4$; $p < 0.05$). El área de acción promedio con el 95 % de las localizaciones para los animales seguidos en época de lluvias fue de 32.73 ± 26.12 ha; mientras que para los seguidos en época seca fue de 7.16 ± 4.96 ha. Sin embargo, el área de acción del animal I seguido en época de lluvias, fue menor que la de tres de los chigüiros seguidos en época seca (Tabla 2).

Época de lluvias

Las áreas de acción estimadas para la época de lluvias fueron altamente variables. El chigüiro II tuvo el área de acción más grande de todo el estudio. La reducción en un 27 % del tamaño de su área de acción al considerar el 95 % de las localizaciones,

indica que este animal tuvo localizaciones extremas que afectaron el estimativo del tamaño del área de acción. Por el contrario, las pequeñas variaciones en el tamaño del área de acción calculada con el 100 % y el 95 % de las localizaciones para los chigüiros I y III, sugieren que estos animales no realizaron excursiones fuera de su área de acción. Las reducciones que experimentaron las áreas de acción de estos dos animales fueron del 6 %. La comparación del tamaño del área núcleo de los tres chigüiros sugiere que aunque el chigüiro II mostró localizaciones extremas, el área que concentraba su actividad era estable y pequeña.

Las localizaciones tomadas en la época de lluvias resultaron altamente autocorrelacionados en el tiempo. Así, obtuvimos que el tiempo de independencia fue de cinco horas para el chigüiro II y de 18 horas para el chigüiro III. El programa de cómputo no

pudo calcular el tiempo de independencia para los datos del chigüiro I. Este tiempo se relacionó inversamente con el área de acción de los animales: El animal con la mayor área de acción presentó el menor tiempo de independencia y el animal con la menor área de acción requirió más tiempo para obtener pares de localizaciones independientes. A partir de estos resultados, recomendamos para el estudio en época seca que el intervalo de tiempo entre localizaciones debería ser de mínimo tres horas.

En cuanto al patrón de movimientos encontramos que el rango lineal resultó estar relacionado directamente con el tamaño del área de acción; el animal con la mayor área de acción tuvo el valor más alto de rango lineal. El radio de actividad es una medida de dispersión que indica que tan lejos se ha movido el animal de su centro de actividad, en este caso los animales se movieron en promedio un máximo de 731.29 ± 509.86 m y recorrieron diariamente en promedio 581.4 ± 246.3 m (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros descriptores del patrón de movimiento de los chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) radiomarcados en los hatos Miramar y Las Taparas, Paz de Ariporo, Casanare. D.E. = Desviación estándar

Época	Id Animal	Rango Lineal (m)	Radio de actividad (m)	Máximo radio de actividad (m)	Promedio de distancia diaria recorrida (m)
Época de lluvias	I	263.00	162.15	254.17	298.00 ± 121.79
	II	1776.00	241.26	1268.56	702.80 ± 616.58
	III	989.00	437.33	671.15	743.50 ± 415.61
	Promedio	1009.33	280.25	731.29	581.40
	D.E.	756.70	141.67	509.86	246.30
Época seca	IV	739.00	92.00	547.00	345.10 ± 162.01
	V	551.00	73.00	387.00	268.90 ± 193.49
	VI	296.00	56.00	251.00	186.80 ± 114.52
	VII	1383.00	156.00	1063.00	475.40 ± 539.97
	Promedio	742.25	94.25	562.00	319.10
	D.E.	464.14	43.71	355.23	122.60

Época seca

En la época seca los animales se concentraron en pocetas con agua y en general mostraron pocos movimientos. Esto se puede evidenciar en el pequeño tamaño de sus pequeñas áreas de acción y más aún en el de sus áreas núcleo que sólo para el caso del chigüiro VII fue mayor de 1 ha. Los mayores movimientos de los animales iniciaron

cuando las fuentes de agua que utilizaban se secaron por completo. Sin embargo, esto lo observamos al final de estudio y por tanto resultó muy poco representado dentro de los datos tomados con telemetría. Este movimiento, que consideramos una extensión del rango, se presentó en los individuos V y VII, quienes al experimentar la sequía en sus pocetas excursionaron en busca de nuevas fuentes de agua, hasta que finalmente lle-

garon al caño. En esta época, los restantes parámetros del patrón de movimientos también parecen estar relacionados directamente con el tamaño del área de acción.

La medida del radio de actividad sugiere que el animal que se alejó más del punto que concentraba su actividad fue el chigüiro VII y el que menos se distanció fue el chigüiro VI, y en promedio estos animales tuvieron un radio de actividad de 94.25 ± 43.71 m. En esta época un animal se movió en promedio una distancia diaria de 319.10 ± 122.6 m. Sin embargo, los datos de cada animal fueron altamente variables, como es el caso del chigüiro VII, cuya desviación estándar fue mayor que el valor medio del parámetro en cuestión (475.39 ± 539.97 m; Tabla 3).

En la época seca observamos que las actividades de los animales iniciaron generalmente después de las 15:00 horas, cuando la luz solar es menos intensa y el ambiente es más fresco. Al caer la tarde los animales se desplazan principalmente para alimentarse en la sabana y por tanto, es más fácil

observarlos a estas horas. Esto los observamos en animales no radio-marcados que habitaban el bosque de galería, quienes realizaban desplazamientos hacia la sabana limpia alejándose hasta 800 m del caño, aproximadamente. La distancia promedio recorrida diariamente por los animales en época seca también fue inferior a la distancia calculada para la época de lluvias ($U = 3$; $n_1 = 3$, $n_2 = 4$; $p = 0.38$), lo que sugiere su estrecha relación con el área de acción para cada época.

Todos los animales utilizaron tres o más tipos de coberturas, a excepción de los chigüiros I y III. Ningún tipo de cobertura estuvo presente en el área de acción de todos los animales. La sabana limpia estuvo presente dentro del área de acción de cinco de los animales y para tres de ellos (III, IV y VI) representó el mayor porcentaje de cobertura. Todos los tipos de cobertura presentes en la zona de estudio estuvieron incluidos en el área de acción de alguno de los animales. La sabana arbolada estuvo presente sólo dentro del área de acción del chigüiro I y en un muy bajo porcentaje (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de los tipos de cobertura incluidos en las áreas de acción de cada uno de los chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) radiomarcados en los hatos Miramar y Las Taparas, Paz de Ariporo, Casanare. *Los tipos de cobertura se calcularon sobre áreas de acción estimadas con el 85 % de localizaciones.

Animal	Tipos De Cobertura					
	Pajonal	Sabana limpia	Sabana arbolada	Bosque	Pajonal disperso	Estero
I			1.36	98.64		
II	67.83				23.25	8.92
III	8.22	91.78				
IV		53.4	18.3	19	10.4	
V		33.4			13.4	50.7
VI		75.2	4.07	21.1		
VII*		38.5			40.4	21.7

Las áreas de acción en época de lluvias presentaron formas similares a un rectángulo para el caso de los animales II y III y aproximadamente cuadrangular para el animal I. En época seca, por el contrario,

las cuatro áreas de acción presentaron formas poco alargadas similares a un cuadrado. En ninguna de las dos épocas las áreas de acción de los animales estudiados se sobrepusieron.

Discusión

Áreas de acción

El área de acción es uno de los parámetros básicos de la ecología del comportamiento que en el presente estudio fue utilizado como un indicador del movimiento de los animales y de los tipos de cobertura utilizados por los mismos. El concepto utilizado fue el propuesto por Burt (1940 citado en Sanderson 1966), quien la definió como el área en la que el animal establece su casa y la cual recorre en sus actividades normales de forrajeo, búsqueda de pareja y cuidado de las crías.

El uso de este parámetro permitió la comparación con otros estudios que determinaron el uso del hábitat y a partir de ello detectaron restricciones ecológicas impuestas por el entorno sobre la sobrevivencia y organización social de los chigüiros. Esto último, es un aspecto clave en la formulación de los programas de manejo de la especie (Herrera 1999).

El tamaño del área de acción total promedio obtenido en este estudio (18.12 ± 20.65 ha) es menor al registrado en otros trabajos realizados en sabanas inundables pero está dentro del rango de variación obtenido por Perea & Ruiz (1977) para la especie en Colombia (Tabla 5). La mayoría de los estudios mencionados en la Tabla 5 realizaron el seguimiento por al menos un año, lo que permitió detectar cambios en el

tamaño del área de acción según las condiciones climáticas estacionales. Así por ejemplo, Perea & Ruiz (1977) estimaron áreas de acción de 62 ha y 15 ha en época seca para los departamentos del Meta y Arauca (Colombia) respectivamente, contrastando con 170 ha y 54 ha para las mismas zonas, respectivamente, en época de lluvias. Por el contrario, Alho *et al.* (1989) hallaron que los grupos tuvieron áreas de acción y áreas núcleo más grandes en la estación seca que en la estación lluviosa por la reducción del área de sabana debido a la inundación.

En el presente estudio las áreas de acción estimadas tanto para época de lluvias como para época seca fueron pequeñas. Herrera & MacDonald (1989) quienes también registraron áreas de acción pequeñas determinaron que los grupos observados por más de un año mostraron gran constancia en la localización y configuración de sus áreas de acción. Esto concuerda con el presente trabajo, en el que a pesar del corto tiempo de muestreo, en cada época climática los animales mostraron una alta fidelidad de sitio, pues durante todo el estudio fueron observados en los mismos lugares.

Es claro entonces que los movimientos de los chigüiros varían según la época del año tal como demuestra este trabajo y los mencionados anteriormente. El escaso movimiento de los animales sobretodo en época seca puede estar relacionado con un ahorro

Tabla 5. Áreas de acción promedio del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) reportados en la literatura. *Valores en paréntesis son máximos y mínimos; **± desviación estándar; NE : No especificado, PI: Polígonos irregulares; PMC: Polígono mínimo convexo.

Localidad	Época	Tipo de cobertura	Área de acción promedio (ha)	Número de animales	Técnica	Método de estimación	Fuente
Meta	Todo el año	Sabana inundable	44 (10 - 56)*	11	Telemetría	Área mínima	Perea & Ruiz (1977)
Arauca	Todo el año	Sabana inundable	34 (10 - 56)*	11	Telemetría	Área mínima	Perea & Ruiz (1977)
Venezuela	Época seca	Sabana inundable	5.5 - 10.8	NE	Observación directa	NE	Macdonald (1981)
Brasil	Todo el año	Pantanal	78.95 (9.42 - 204.5)*	NE	Observación directa	NE	Alho <i>et al.</i> (1989)
Venezuela	Todo el año	Sabana inundable	10.4 ± 3.7**	NE	Observación directa	PI	Herrera y Macdonald (1989)
Perú	NE	Bosque. Lluvioso amazónico	41	8	NE	NE	Soini & Soini (1992)
Perú	NE	Bosque Lluvioso amazónico	26	7	NE	NE	Soini & Soini (1992)
Casanare	Época de lluvias	Sabana inundable	32.73 (3.76 - 54.47)*	3	Telemetría	PMC	Presente trabajo
Casanare	Época seca	Sabana inundable	7.16 (2.88 - 14.28)*	4	Telemetría	PMC	Presente trabajo

de energía, ya que la época seca trae consigo la disminución en la calidad de algunos hábitats como es el caso de los esteros y la sabana limpia. Para el animal puede resultar más económico en términos energéticos no desplazarse mucho pues el forraje quizá no compensa el gasto de energía. Probablemente, sólo si el cuerpo de agua cercano se agota el animal se desplazará una distancia considerable en busca de otro, como fue el caso del chigüiro VII que se movilizó un kilómetro aproximadamente, en dirección a un caño que atravesaba el bosque de galería más cercano.

La necesidad de la presencia de fuentes de agua ya ha sido sugerida por Ojasti (1973), Perea & Pérez (1977), Jorgenson (1986) y Herrera & McDonald (1989). Incluso en este estudio durante la época de lluvias parece ser que el tamaño de las áreas de acción está relacionado directamente con la distancia a fuentes de agua, siendo mayores cuando estaban más lejos del agua. Así, el chigüiro I presentó la menor área de acción y fue aquel que se encontraba más cerca a un cuerpo de agua abundante, asequible y permanente (Caño La Hermosa). A continuación, esta el área de acción del chigüiro III, en donde se hallaba un curso de agua medianamente abundante pero cuyo nivel dependía de la precipitación, lo que le ocasionaba fuertes oscilaciones. Por último, se encuentra el área de acción del chigüiro II, dentro de la cual se localizaron dos esteros, espejos de agua que son los primeros en secarse cuando hay un periodo de sequía. El hecho que el chigüiro VII se desplazara hacia el bosque y que IV y VI no salieran casi del bosque del caño, corrobora la alta dependencia del chigüiro a los cuerpos de agua sugerida (Herrera y Macdonald 1989). Otra situación que podría estar relacionada con el pequeño tamaño del área de acción,

es la protección contra depredadores. Se ha indicado que el agua además de ser un recurso imprescindible para ciertos comportamientos como el cortejo, el forraje, termorregulación o simplemente para beber, es un recurso que además funciona como un lugar de escape frente a algunos depredadores (Jorgenson 1986, Herrera & Macdonald 1989). De esta manera es posible que estos animales además de ahorrar energía y no desplazarse mucho en el día, tampoco se arriesguen a ser vistos fácilmente por sus depredadores, lo cual en la época seca resulta más probable debido a la disminución de la cobertura horizontal brindada por la vegetación herbácea.

No obstante, es importante destacar que en el área de estudio grandes depredadores como el puma (*Puma concolor*) o el jaguar (*Panthera onca*) han sido exterminados y sólo restan el chulo (*Coragyps* sp.), el caracara (*Polyborus plancus*) y las babillas (*Caiman* sp.) que depredan principalmente sobre juveniles y crías.

Aunque el cálculo de las áreas de acción lo realizamos eliminando el 5 % de las localizaciones más extremas para evitar una sobreestimación por causa de localizaciones esporádicas, consideramos importante aumentar este porcentaje para el individuo VII. Debido a que este individuo empezó a realizar excursiones fuera de su área de acción en busca del caño, consideramos estos movimientos como una extensión del rango y no deben incluirse dentro de la determinación del área de acción normal del individuo. Por esta razón, el área de acción del individuo VII la estimamos con el 85 % de las localizaciones, generando un área de acción de 6.90 ha más comparable con los demás animales.

Movimientos

Macdonald (1989), Medina (1999) y Aldana (1999) sugieren que la actividad de los chigüiros aumenta conforme avanza la noche e incluso afirman que se prolonga hasta la madrugada. Esta situación se evidenció en campo, tanto en época de lluvias como en época seca, al ver muchos más animales congregados cerca de la casa y los caminos en las horas de la noche. Así mismo, los pobladores de la zona indican que es a esta hora cuando los animales se acercan a las “topocheras” (áreas con cultivos de plátano), lugares donde rara vez se les ve de día.

Posiblemente, la actividad nocturna se acentúa en época seca para evitar el intenso sol del día, por lo que es menos frecuente observar a los animales moviéndose durante el día en la sabana. Quizás por esta razón, los desplazamientos registrados en este estudio son algo menores a los reportados por Perea & Ruiz (1977). En el presente estudio la hora máxima de muestreo fue las 17 horas y al parecer es en la noche cuando los chigüiros muestran mayores desplazamientos y comportamientos más activos. Esto último es confirmado por Perea & Ruiz (1977), quienes indicaron que a partir de las 18 horas los chigüiros se trasladan a la sabana para iniciar un intenso periodo de alimentación. Durante este periodo se alejan alrededor de 1 Km del sitio de mayor permanencia y es alrededor de las 4 horas cuando empiezan a recorrer el camino de vuelta.

De los parámetros de movimiento calculados, la distancia diaria recorrida puede dar indicios sobre la distribución de los recursos al interior del área de acción de los animales, resultando en que los animales que se desplazan más durante el día son los ani-

males con mayores áreas de acción. Así, los chigüiros II y III tuvieron movimientos más extensos dentro de su área de acción probablemente para satisfacer todos sus requerimientos; es decir, que los recursos dentro de sus áreas de acción estaban distribuidos de forma dispersa. Por el contrario, los recursos al interior del área de acción del chigüiro I presentaron una distribución más agregada y por tanto este individuo debería recorrer menores distancias para utilizarlos.

Cuando los animales sufren cambios severos en el clima o en la disponibilidad de recursos pueden presentar movimientos irregulares o repentinos (Morrison *et al.* 1998). En el caso del chigüiro esto ocurre cuando buscan un nuevo sitio para establecerse cerca a alguna fuente de agua (Ojasti 1973, Macdonald 1981). Según los anteriores autores en época seca muchos grupos terminan concentrándose en los lugares donde todavía hay agua, como el caso de los esteros profundos o caños. Esta es quizá la explicación para los largos desplazamientos registrados al final del estudio para el chigüiro VII, quien fue observado generalmente junto con su manada en una poceta con agua, pero cuando ésta y otras pocetas cercanas se secaron definitivamente, se movilizó aproximadamente un kilómetro en busca del caño que atraviesa un bosque de galería para abastecerse de agua.

El chigüiro IV, lo capturamos en el bosque de galería precisamente para determinar las posibles distancias que recorrería en las tardes lejos del caño. Sin embargo, este individuo realizó pocas excursiones fuera del bosque y ninguna tan alejada como las que observamos en otros animales no marcados. La distancia estimada de 800 m para otros individuos de la manada que salían del caño

hacia la sabana limpia, es mayor que la registrada por Ojasti (1973) en poblaciones de Venezuela, en donde la extensión de los rangos fuera de los caños y ríos no superó los 500 m en época seca. Herrera & Macdonald (1989), encuentran que en raras ocasiones la distancia recorrida fuera de una fuente de agua es mayor de 300 m, mientras que Perea & Ruiz (1977) estiman desplazamientos de aproximadamente 1 Km.

Macdonald (1981) por su parte encuentra que la distancia media recorrida por una manada de 30 individuos situada a lo largo de un río fue de 700 m para época seca, más cercano a lo que estimamos con animales no marcados en nuestro estudio. De acuerdo a este autor, aunque normalmente todos los individuos se movían como unidad (tal como observamos en campo en este trabajo), algunos integrantes se redistribuían temporalmente, principalmente en la tarde.

El chigüiro VI fue el individuo que menos distancia recorrió en un día (186.8 m). Aunque esperábamos que este individuo tuviera movimientos lineales a lo largo del bosque, la forma de su área de acción fue muy semejante a la de otros individuos radiomarcados en época seca. La forma del área de acción fue relativamente circular y no alargada, lo que sugiere que el bosque le ofrece más refugio que alimento, y por tanto, realizan excursiones hacia la sabana a pastar.

Al comparar entre épocas las distancias diarias recorridas, evidenciamos que los animales se desplazan menos en época seca que en época de lluvias. En época de lluvias, la alta variabilidad de los datos refleja la capacidad que tiene el chigüiro de realizar grandes desplazamientos o permane-

cer por varias horas en un sólo lugar. Esto probablemente estará ligado con variables ambientales que influyan en las decisiones de los individuos para trasladarse más o menos en determinado día.

En general, el chigüiro es un animal de marcha lenta en los desplazamientos de su actividad alimentaria y en los traslados de un sitio a otro dentro de su área de acción (Perea & Ruiz 1977). La parsimonia del animal se puede apreciar por observación directa, así como por los rastreos telemétricos (Perea & Ruiz 1977). En nuestro estudio, esto fue corroborado tanto en época de lluvias como en época seca, a través de observaciones directas y radio-localizaciones. Así, el chigüiro III lo observamos en una poceta con agua cerca de tres horas y sólo se desplazó ligeramente cuando fue molestado por otro individuo. La misma situación se presentó con el chigüiro I, quien fue observado pastando en el mismo lugar alrededor de dos horas, incluso mostrándose indiferente a riñas entre otros individuos de la manada. El chigüiro VII en algunos días no se alejó más de 30 m de su poceta, e incluso la dirección de la señal de su transmisor fue determinada en el mismo lugar en las tres localizaciones hechas en el día.

Coberturas vegetales dentro de las áreas de acción

Ojasti (1973) afirma que el hábitat potencial para el chigüiro debe contener cuerpos de agua, forraje disponible y cobertura herbácea y/o arbórea que lo proteja de factores climáticos y de depredadores. En consecuencia, en su área de acción siempre están presentes tres componentes: Bosque, sabana y una fuente de agua (Alho *et al.* 1989).

En nuestro estudio la composición del área de acción de cada animal reflejó los requerimientos de hábitat de la especie. Así, para el chigüiro I el mayor porcentaje del área de acción lo encontramos en el bosque y un pequeño porcentaje en la sabana arbolada. El bosque proporciona cobertura climática y su cercanía al Caño La Hermosa asegura una fuente de agua de carácter permanente. Así mismo, la sabana arbolada ofrece forraje y pozos. El muestreo hasta las 17 horas puede ser la razón que explica la poca representatividad del uso de sabana arbolada pues es después de esta hora cuando los animales empezaban a adentrarse en ella.

Perea & Ruiz (1977) observaron que las áreas de acción más pequeñas se presentaron cerca a cuerpos de agua alargados y forraje limitado a las márgenes. En este estudio encontramos que el chigüiro con menor área de acción fue aquel en la que ésta comprendió una franja de bosque contiguo al Caño La Hermosa y su área de forraje en el día era la sabana adyacente.

El chigüiro II usó tres tipos de cobertura, de ellos el pajonal fue el más representativo dentro del área de acción de este animal. Su uso puede deberse a que esta cobertura le ofrece protección horizontal y vertical. A continuación, se ubicó el pajonal disperso que le ofrece menor cobertura de escape pero se constituye en una interfase hacia la sabana limpia en donde consigue alimento. Aunque éste último tipo de cobertura no está representado explícitamente dentro del área de acción de este animal, las observaciones en campo evidencian el uso de la sabana limpia. La falta de localizaciones en la sabana limpia puede deberse a la escala del mapa que hace que coberturas representadas por áreas muy pequeñas no sean detalladas.

El tercer tipo de cobertura usado fue un estero que le proporciona alimento y agua. En los días en que el estero quedó prácticamente seco por la ausencia consecutiva de lluvias, la manada se movió un kilómetro aproximadamente, hacia el Caño La Hermosa. Este comportamiento plantea la hipótesis que en época seca cuando el estero disponible está completamente seco, esta manada se movería en dirección al caño principal en lugar de permanecer soportando la escasez de agua en su área de acción habitual.

En el caso del chigüiro III el mayor porcentaje correspondió a sabana limpia, mientras que el menor a pajonal. La sabana le proporciona forraje y fuentes de agua pues este sector del ható estaba bañado por cañadas y zanjas, éstas últimas iniciadas por los chigüiros y profundizadas por el curso del agua. El pajonal caracterizado por su altura y distribución densa, le ofreció cobertura climática y de escape, al permitir la construcción de dormideros que durante los días de sol intenso le sirvieron también de protección climática.

De los animales estudiados en época seca, el animal IV usó más coberturas que cualquier otro de los animales estudiados, debido quizá a que estos hábitats no son muy extensos y están distribuidos de manera similar en cuanto a sus áreas, a excepción de la sabana. Los individuos V y VII fueron los únicos que en época seca utilizaron los esteros. Para éste último individuo, el sitio donde permanecía en el estero era realmente una poceta que conservaba algo de humedad y quedaba justo al lado del pajonal. Las observaciones directas indican que varias de las localizaciones ubicadas en pajonal disperso debieron corresponder a la poceta del estero.

Los datos del individuo VI deben tomarse con precaución ya que no coinciden con lo observado en campo, pues señalan la sabana como la cobertura más usada, aún cuando este animal solo fue visto una ocasión en la sabana. Es muy difícil que un chigüiro en la época seca permanezca en la sabana limpia, ya que es una cobertura que no le brinda agua ni lo protege del sol.

Como discutimos anteriormente, los animales que estaban en bosque solían hacer excursiones hacia la sabana al atardecer para pastar, era muy extraño ver un chigüiro durante la mañana lejos del bosque. Esta incoherencia entre las localizaciones estimadas y las observaciones en campo, puede estar dada por los errores inherentes en el registro de los azimuts. Encontramos que varios animales permanecían bajo un árbol denominado “matapalo” (*Ficus* spp.), que estaba en el borde del bosque. Este árbol forma un “red” de raíces que probablemente causaron la desviación de la señal provocando que un gran número de localizaciones fueran ubicadas en la sabana aun cuando el animal estaba en el bosque.

Implicaciones para el manejo

Los resultados presentados en nuestro trabajo son un complemento importante en la toma de decisiones sobre una unidad de manejo. Según Leopold (1933 citado en Ojasti 2000), la movilidad de una especie determina el tamaño mínimo de la unidad de manejo. Adicionalmente, la información sobre uso de hábitat en épocas climáticas diferentes aportará en la formulación de las acciones de manejo de las poblaciones y sus hábitats.

Si el agua es el factor limitante para el movimiento y dispersión de los chigüiros (Ojasti 1973), las diferencias en el tamaño del área

de acción de las manadas monitoreadas justifican la necesidad de contar con fuentes de agua, especialmente en época seca. Si bien parece que los chigüiros comparten su territorio en épocas de escasez (Ojasti 1973), es importante suministrar otras lagunas o lugares que mantengan agua durante el época seca para disminuir la mortandad por el limitado acceso a este recurso. Conocer cuánto pueden moverse los animales durante la estación climática más limitante, es clave para la toma de decisiones respecto a la densidad y distribución espacial de adecuaciones como estanques artificiales. Concluimos que uno de los criterios básicos desde el punto de vista biológico para la definición de unidades de manejo es la presencia de fuentes de agua naturales o artificiales. Cabe destacar que éstas últimas deben diseñarse adecuadamente para asegurar que sirvan a los animales.

La preservación de los bosques es clave, pues es el hábitat que en época seca resguarda a los animales del calor, les da refugio, y aún más fundamental, mantiene las últimas reservas de agua. Los resultados hallados en época de lluvias demuestran que áreas como los bancos, que son los sitios más frecuentados en esta época, deben protegerse o inclusive construirse terraplenes artificiales que faciliten el acceso de los animales a forrajes durante las inundaciones, como sugiere Aldana (1999).

Conocer el área de acción también es importante ya que permite sugerir cuál debe ser el área necesaria en el caso de implementar o diseñar un área protegida (Caro 1998). Esta decisión se debe complementar con el estudio sobre uso de hábitat y de esta manera se puede saber con precisión el área y los tipos de hábitat necesarios para el correcto desarrollo biológico del chigüiro.

Por otro lado, saber qué pasa cuando los animales son liberados o cuánto se dispersan en hatos o áreas silvestres, es importante para tomar decisiones de manejo (Sanderson 1966). Aunque el presente estudio no se trató del seguimiento de animales translocados, aporta información que servirá de punto de comparación para trabajos de reintroducción o reforzamiento de poblaciones. Kleiman (1996), señala que quizás el aspecto más importante cuando se quiere realizar una liberación de fauna es precisamente la evaluación de un hábitat adecuado para el correcto mantenimiento de los animales, lo cual se logra con estudios sobre preferencias de hábitat, movimientos, requerimientos de refugios entre otros, de animales nacidos en vida silvestre.

Saber cuál es el tamaño del área de acción, permite establecer que se considera un movimiento de dispersión o incluso de migración. De este modo, se tendría una estimación de qué tanta dispersión de los animales se espera más allá de determinada área de manejo o refugio (Sanderson 1966). La dispersión es un aspecto que se ha considerado de importancia en la evolución y mantenimiento de las especies, ya que aparentemente es uno de los mecanismos para

evitar endogamia o sobreexplotación de recursos limitados (Pfeifer 1996). Por ello, sería importante establecer concretamente los procesos de dispersión a partir del área de acción. Esto habría que investigarlo en el caso en el que haya que iniciar un programa de reforzamiento de las poblaciones naturales de la especie. Este proceso podría implicar el aumento del tamaño de la unidad de manejo o del hato, si los individuos residentes son forzados a dispersarse; o adaptar los linderos de las propiedades para permitir el paso de los animales.

Entender el área de acción de esta especie es el punto de partida para entender otros aspectos de su ecología, como el forrajeo, los sistemas de apareamiento o el comportamiento de fusión-fisión de manadas. Es recomendable diseñar otros estudios sobre la ecología del movimiento, analizar por ejemplo, cómo varía el tamaño del área de acción en lugares donde la especie está sometida a condiciones de hábitat, densidad poblacional y presión antrópica diferentes. De esta manera, se complementarían la información suministrada en este trabajo y se contaría con más criterios para discutir sobre el tamaño adecuado de unidades de manejo.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco de los proyectos: 1) “Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Fase III (2004)”, convenio No. 72 Universidad de los Llanos UNILLANOS- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y 2) “Investigación científica para la implementación de la Fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005), convenio No. 160-12-02-05-013 suscrito entre CORPORINOQUIA - Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. No menos importante fue el apoyo en campo brindado por los pobladores de la zona y el permiso de los dueños para trabajar en sus tierras.

Literatura Citada

- Aldana, J. 1999. Tamaño, densidad, estructura y distribución espacial de una población de chigüiros en Caño Limón, Arauca. Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Alho, C., Z. M. Campos & H. C. Goncalvez. 1989. Ecology, social behavior and management of the capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford, K. H. & J. F. Eisenberg (eds.). *Advances in neotropical mammalogy*. San Hill Crane Press. Gainesville.
- Barreto, G. R. & E. A. Herrera. 1998. Foraging patterns of capybaras in a seasonally flooded savanna of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 14:87-98.
- Caro, T. 1998. Dispersal and inbreeding avoidance. Pp. 365-368, en Caro, T (ed.). *Behavioral ecology and conservation biology*. Oxford University Press.
- Guzmán, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris* durante la época de lluvias en los Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 31- 70, en Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Informe final. Villavicencio.
- Herrera, E. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Ecología* 7:41-46.
- Herrera, E. & D. W Macdonald. 1989. Resource utilization and territoriality in group-living Capybaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*). *Journal of Animal Ecology* 58:667-679.
- IvH (Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humbolt). 2004. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Convenio 043. Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe final (Fase 2). Bogotá.
- Jorgenson, J. P. 1986. Notes on ecology and behavior of capybaras in Northeastern Colombia. *Vida Silvestre Neotropical* 1(1):31-40.
- Kenward, R. E. & K. H. Hodder. 1996. Ranges V: An analysis system for biological location data. Institute of Terrestrial Ecology, UK.
- Kleiman, D. 1996. Reintroduction programs. Pp. 297-304, en Kleiman, D & M. Allen (eds.). *Wild mammals in captivity. Principles and techniques*. The University of Chicago Press. Chicago. USA.
- Macdonald, D. W. 1981. Dwindling resources and the social behaviour of capybaras, (*Hydrochaeris hydrochaeris*) (Mammalia). *Journal of Zoology* 194:371-391.
- Medina, A. P. 1999. Actividades del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en los esteros de Caño-Limón, Arauca-Colombia. Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot & R. S. Mannan. 1998. Wildlife-habitat relationships: Concepts and applications. The University Wisconsin Press. 2 ed. Madison, Wisconsin.
- Nams, V. O. 2006. Locate III user's guide. Pacer Computer Software, Tatamagouche, Nova Scotia, Canada.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Perea, J. & S. Ruiz. 1977. Organización social y hábitos territoriales del chigüiro. Tesis de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Pfeifer, S. 1996. Dispersal and captive mammal management. Pp. 284-288, en Kleiman, D. & M. Allen (eds.). *Wild mammals in captivity: Principles and techniques*. The University of Chicago Press. Chicago. USA
- Sanderson, G. C. 1966. The study of mammal movements – A review. *Journal of Wildlife Management* 30 (1):215-235.

Soini, P. & M. Soini. 1992. Ecología del roncoso o capybara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. *Folia Amazónica* 4(2):119-133.

White, G. C. & R. A. Garrot. 1990. Analysis of wildlife radio-tracking data. Department of Fishery and Wildlife Biology. Colorado State University. Academic Press, Inc.

Zar, J. 1999. Bioestatistical analysis. Prentice Hall. New Jersey.

Estimación de una cuota global-regional de aprovechamiento sostenible de *Hydrochoerus hydrochaeris* en las sabanas inundables de la Orinoquía Colombiana

Carlos Sarmiento-Pinzón^{1, 3} & Olga L. Montenegro^{1, 2}

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Maestría en Ciencias-Biología. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

No se han realizado conteos o evaluaciones de las poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la totalidad de la región de la Orinoquía colombiana. Los datos existentes sobre la abundancia de las poblaciones de chigüiros corresponden a evaluaciones puntuales y restringidas geográficamente, lo cual dificulta estimar una cuota de aprovechamiento de la especie para toda la región. En este trabajo proponemos un método por aproximación geográfica usando herramientas de SIG para estimar la población total de chigüiros en las sabanas inundables de toda la región, con el fin de definir una cuota regional de carácter experimental para el aprovechamiento de la especie. El método propuesto parte de evaluaciones puntuales, extrapolándolas a partir de la evaluación de indicadores de estado y presión, para estimar la calidad del hábitat y la presión de caza, asumiendo que estos factores son preponderantes en los patrones de distribución y abundancia de la especie. Para ello, recurrimos a diferentes fuentes de información que cubren la totalidad del área de estudio. Usamos el mapa de ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano, la localización de poblaciones y vías de acceso obtenidas de la cartografía básica de la región. Modelamos y clasificamos estos datos de acuerdo con las preferencias de hábitat y patrones de comportamiento de la especie, definidos en investigaciones realizadas en Colombia y Venezuela.

Palabras claves: Sabanas inundables, Orinoquía, SIG, cuotas sostenibles de aprovechamiento, cuota global.

Abstract

*There is not yet an assessment of the wild populations of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) on the whole of the Colombian Orinoquia region. The available data on population abundance of capybaras correspond to punctual evaluations and geogra-*

pbically restricted, making it difficult to estimate a harvest quota for the species throughout the region. In this work, we propose a method using geographic GIS tools to estimate the total population of capybaras in the flood plains of the region, in order to define an experimental regional quota to the harvesting of the specie. This method extrapolates the punctual evaluations of the population, from the assessment of state and pressure indicators, to estimate the quality of habitat and hunting pressure, assuming that these factors are preponderant in the patterns of distribution and abundance of the species. To do this, we use different sources of information covering the entire study area. We use the Ecosystem Map of the Colombian Orinoco basin, location of populations, and pathways derived from the basic mapping of the region. We model and classify these data according to the habitat preferences and behavior patterns of the species, identified in other research conducted in Colombia and Venezuela.

Key words: Flooding savanna, Orinoquia, GIS, sustainable harvesting quotas, global quote.

Introducción

El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es una especie considerada como promisoría, por el valor de su carne para el consumo humano y por otros subproductos derivados de su procesamiento. Esta es una especie que tiene posibilidades para ser aprovechada mediante la cosecha o extracción de individuos de su medio natural (Giraldo & Ramírez 2001).

El aprovechamiento de chigüiros se realiza bajo cuotas de extracción, que en ocasiones se establecen por ensayo y error (Ojasti 1973). En este proceso no se cuenta con mecanismos de verificación y retroalimentación de la información, que permitan a las autoridades ambientales encargadas del recurso, ajustar los índices de extracción sugeridos, afectando a las poblaciones.

Por ejemplo, en Venezuela, donde se aprovecha la especie desde hace décadas, las poblaciones silvestres han presentado una serie de fluctuaciones de acuerdo con las

prácticas de aprovechamiento y la regulación ejercida por los organismos respectivos. En este país se ha presentado una drástica disminución de las poblaciones de chigüiros dado que el sistema de administración ha sido muy sensible a errores en la asignación de cuotas de explotación (Ojasti 1997). En ocasiones muchas de las cifras establecidas para el aprovechamiento de una especie son de tipo ensayo-error, como en este caso, o bien responden a ideas globales sobre la situación específica de la población (Connelly *et al.* 2005).

En Colombia, la caza comercial de poblaciones silvestres de chigüiros fue reglamentada desde el año 2005 (Decreto 4688 de 2005 del MAVDT). Sin embargo, la autoridad ambiental encargada de establecer los topes máximos de extracción en la región de la Orinoquía, no cuenta con los elementos que le permitan definir con certeza una cuota de aprovechamiento con un efecto mínimo sobre las poblaciones. Por ello, se

hace necesario buscar métodos alternativos para definir estas cuotas de aprovechamiento en regiones tan extensas.

Las evaluaciones de poblaciones de chigüiros realizadas hasta el momento en las sabanas inundables, no logran proporcionar la información necesaria para determinar su distribución potencial a nivel regional, ni para estimar la población total o su densidad. La carencia de esta información clave, impide definir una cuota global de aprovechamiento de la especie. Por lo anterior, es necesario construir un marco metodológico para estimar la población total a partir de los datos puntuales disponibles. Así mismo, es necesario buscar criterios y variables biofísicas y socioeconómicas, especialmente explícitas, que permitan construir un modelo del posible grado de abundancia de las poblaciones en la región. De esta manera, se podría fijar los niveles de aprovechamiento diferenciados geográficamente, que garanticen el sostenimiento de las poblaciones biológicas en niveles aceptables.

Alcances de las cuotas globales de aprovechamiento

La definición de una cuota global busca proponer límites al nivel de aprovechamiento de individuos de una especie en particular sometida a prácticas de cacería, sin originar un detrimento de las poblaciones locales, asegurando la disponibilidad a largo plazo del recurso (Bodmer 1991).

Estos límites pueden buscar diferentes objetivos que dependen del propósito mismo del aprovechamiento, tales como el controlar la extracción de individuos sometidos a prácticas de caza. También pueden buscar alcanzar metas, cuando la caza se realiza para controlar poblaciones silvestres que

han crecido fuera de límites aceptables de acuerdo con ciertas circunstancias, particularmente cuando una determinada especie es considerada como “plaga” o está creciendo de manera desmedida en ausencia de depredadores naturales.

Una revisión de estudios de caso en diferentes países tanto latinoamericanos como en Norte América y Australia, permite afirmar que generalmente la definición de cuotas de aprovechamiento busca el control de las poblaciones silvestres cuando la caza tiene objetivos comerciales o deportivos. A nivel de cacería de subsistencia existe una amplia revisión y ajuste de métodos y modelos estadísticos para determinar cuándo el aprovechamiento se encuentra fuera de los límites sostenibles. Ejemplos de ellos son el reclutamiento del stock (Caughley & Sinclair 1994, Robinson & Bodmer 1999), modelos de cosecha (Bodmer 1994, Caughley & Sinclair 1994) y esfuerzo de caza (Robinson & Redford 1991; Connelly *et al.* 2005). La gran mayoría de estos modelos requiere un amplio conocimiento de la dinámica y ecología de las poblaciones biológicas (Robinson & Redford 1991, Connelly *et al.* 2005), lo cual necesariamente redundaría en una aplicación generalmente local a nivel de comunidades, particularmente indígenas.

Algunos autores han expresado diferentes tipos de críticas a los modelos generales disponibles en la literatura. La mayor parte de estas críticas están relacionadas con la factibilidad de obtener los datos necesarios para aplicar y verificar los modelos teóricos (Robinson & Bodmer 1999). De lo anterior, puede afirmarse que entre más complejo sea el modelo a aplicar, se requerirá mayor esfuerzo en la adquisición de datos, disminuyendo así el factor de costo/efectividad de las evaluaciones.

Un grupo más reducido de autores, han planteado las limitaciones de los modelos presentados en cuanto a la incorporación de variables espaciales. De esta manera, Salas & Kim (2002) proponen la incorporación de factores espaciales tales como la forma del área de cacería y el tamaño de poblaciones circundantes, los cuales incidirían en la determinación de la sostenibilidad de las prácticas de aprovechamiento. En este caso se asume que poblaciones cazadas “vecinas” o en contacto con otras poblaciones pueden ser aprovechadas en un nivel mayor que los habitualmente estimados, principalmente por el intercambio o inmigración de individuos en grupos específicos (Salas & Kim 2002).

La forma del área de caza es un factor que aumenta la sensibilidad de los modelos. La forma, estimada como la relación área/perímetro, tiene implicaciones en la dispersión de juveniles, principalmente en escenarios de caza no sostenible, y tiene una menor influencia en áreas con aprovechamiento sostenible (Salas & Kim 2002). No obstante, este factor solo puede ser aplicado en áreas de matrices homogéneas (por ejemplo bosques no fragmentados), cuyos recursos se distribuyan de forma aleatoria en el espacio geográfico. Si los recursos y en general el hábitat requerido por una determinada especie se presenta en patrones espaciales determinados (por ejemplo, bosques de galería, matas de monte, concentración alrededor de cuerpos de agua), la forma del área de caza estará determinada por el comportamiento espacial de los individuos.

Siren *et al.* (2004) proponen otro tipo de factores espaciales a ser considerados en las evaluaciones de aprovechamiento de poblaciones silvestres. Estos autores evalúan

la pertinencia de incluir la heterogeneidad espacial vista según la premisa en la cual, la cacería es generalmente más intensa cerca de centros poblados o asentamientos humanos, creando gradientes decrecientes de densidades de individuos hacia estos asentamientos. De esta manera, estos investigadores crearon un modelo espacialmente explícito respecto a la localización de los asentamientos y unidades de esfuerzo de captura, de tal forma que una mayor distancia implicará un mayor esfuerzo de captura.

Concepto de manejo adaptativo

El manejo adaptativo de planes de conservación, se basa en estrategias que se ajustan en la medida en que las actividades de monitoreo generan información confiable, frente a un escenario inicial de incertidumbre sobre los efectos a mediano y largo plazo de las medidas de conservación tomadas (Wilhere 2002). Los planes y estrategias sugeridas siempre están basados en un alto grado de incertidumbre sobre los efectos de las decisiones tomadas. Esto debido a que los modelos son relativamente simples y no siempre son aplicables en contextos con baja disponibilidad de información y baja factibilidad de adquisición de la misma. Wilhere (2002) afirma que la incertidumbre como concepto, no es adecuadamente enfrentada en los planes de conservación o manejo de hábitat y poblaciones.

El manejo adaptativo no es un modelo en sí mismo, pero se puede entender mejor como la aplicación de principios de manejo de la incertidumbre en las políticas públicas relacionadas con el aprovechamiento de fauna silvestre. Estos principios son:

- Toda política pública que tenga incidencia o que provoque cambios en las situa-

ciones actuales de los hábitats y poblaciones debe ser considerada como una hipótesis de manejo.

- Las políticas a implementar necesariamente deben ser espacialmente diferenciadas y puestas en marcha bajo esquemas de ensayo y error.
- La adquisición sistemática de nueva información confiable debe ser un mecanismo de evaluación para replantear estrategias previamente implementadas.

Estos principios, si bien no aparentan ser innovadores, están basados en numerosas críticas a los tomadores de decisiones y administradores de recursos naturales. Esto debido a que muchas de sus actuaciones y propuestas están basadas en observaciones casuales, reportes anecdóticos y estudios de caso no replicados con diseños experimentales que adolecen de validez estadística (Wilhere 2002), o se basan en decisiones políticas carentes de objetivi-

dad. Reafirmando lo anterior, muchos de los programas que adoptan el esquema ensayo-error hacen énfasis en el primer aspecto, pero desestiman la detección de errores, lo cual frecuentemente implica un monitoreo costoso.

Basado en lo anterior, en este artículo proponemos un método de aproximación geográfica (espacialmente explícito) para la estimación de la población total de chigüiros silvestres, con el objetivo de definir una cuota regional de carácter experimental para el aprovechamiento de la especie en las sabanas inundables de la Orinoquía colombiana. Planteamos que la cuota tenga un doble propósito. Primero, servir de límite máximo para la sumatoria de las licencias otorgadas (global, regional o municipalmente); y segundo, como un valor de referencia o indicador de la sostenibilidad del aprovechamiento, pues su comportamiento observado a través de los años permitirá demostrar el grado de impacto de la caza sobre las poblaciones silvestres.

Métodos

Desarrollamos esta propuesta para los departamentos de Arauca y Casanare, en las áreas con hábitat adecuado para las poblaciones silvestres de chigüiros. El área de estudio correspondiente específicamente a anfibiomas o ecosistemas asociados a sabanas inundables, que ocupan un área aproximada de 5 500 000 ha en los departamentos mencionados, es decir, el 70 % de su superficie total.

De acuerdo a la disponibilidad de información, propusimos un modelo espacial para estimar el número total de chigüiros en la zona de estudio. Nuestro modelo se basa

en la siguiente serie de supuestos, formulados a partir de los aspectos teóricos de la especie y estudios de caso:

1. Las poblaciones de chigüiros son altamente sensibles a las variaciones de calidad de hábitat (Herrera 1999, Forero *et al.* 2003, Guzmán 2005, Mesa 2005).
2. La calidad de hábitat está definida por el arreglo espacial y disponibilidad de diferentes elementos que el chigüiro usa para su alimentación, refugio y reproducción (Guzmán 2005, Mesa 2005).

3. De acuerdo al nivel de detalle escogido para el análisis, los elementos relevantes para la evaluación de calidad de hábitat son: La presencia/ausencia de diferentes tipos de sabanas que ofrecen buena parte de la dieta; la cobertura de escape/refugio, representada principalmente por bosques riparios y matas de monte entre otros; y de manera particular, la disponibilidad de agua (esteros y ríos).
4. Estos elementos, en particular la disponibilidad de agua, varían considerablemente a lo largo del año, de lo cual se establece que la calidad de hábitat varía de manera estacional (períodos de lluvia/sequía). Lo anterior, implica mortalidades importantes de individuos en función de la escasez de recursos relacionados con la dinámica de inundación de las sabanas.
5. La calidad de hábitat es afectada por otras variables de corte socioeconómico, tales como la presencia y distancia a centros poblados e infraestructura vial, así como por la distancia y facilidad de acceso a la frontera con Venezuela (Guzmán 2005). Se considera que estos factores aumentan la presión de caza y por tanto afectan negativamente las poblaciones de chigüiros. Otras variables como la presencia de cultivos de arroz y palma, así como la intensidad de uso del suelo para ganadería, podrían afectar igualmente la densidad y abundancia de chigüiros en la zona.
6. Los datos disponibles son estrictamente puntuales (locales), por tanto, el análisis geográfico necesariamente debe extrapolar y generalizar. El área de estudio, en tanto más extensa sea, será determinante en la precisión de los datos obtenidos por el modelo.
7. La obtención de una cifra concreta de cuota global-regional de aprovechamiento, se obtiene por la correlación entre las densidades obtenidas en estudios previos respecto a la calidad de hábitat establecida por el modelo espacial. Mesa (2005) a partir de su modelo de simulación de la dinámica de poblaciones de chigüiros, propone que la cuota de aprovechamiento no debería superar el 20 % de la población total.
8. La definición de una cuota global-regional de aprovechamiento no debe considerarse como una meta de explotación, sino como un indicador de referencia que manifiesta la variación de las poblaciones a lo largo de los años y también como referencia para la definición de cuotas locales por unidad de manejo y/o por unidades administrativas como municipios o departamentos.
9. Los resultados de la evaluación del hábitat, de la población total estimada y de la cuota de aprovechamiento deben ser considerados como hipótesis de trabajo, las cuales requieren de diseños experimentales adecuados para su comprobación, ajuste o rechazo.
10. Esta aproximación solo se considera como un punto de partida para ser verificado o refutado, pues insumos tales como el Mapa de Ecosistemas de la Orinoquía (Romero *et al.* 2004) y las aproximaciones a presión de caza no son datos que presenten series históricas, por tanto este método aporta solamente un primer dato. Las cuotas subsiguientes (definidas anualmente) deberán emplear otros métodos de evaluación de poblaciones en el ámbito regional.

El método que proponemos se divide en tres partes: La primera, supone la construcción de un mapa que exprese el posible grado de conservación de poblaciones de chigüiros, mediante la construcción de un modelo de análisis geográfico o espacialmente explícito, apoyado en indicadores de estado y presión. La segunda parte, consta de la construcción de una base de datos a partir de la georeferenciación y mapeo de las evaluaciones de poblaciones de la especie, realizadas en la zona de estudio en la presente década. Esta base de datos incluye la abundancia y/o la densidad de individuos estimada en cada evaluación. La tercera parte, está orientada a estimar el número total de chigüiros en la zona de estudio, correlacionando los escenarios hallados en el primer componente respecto a las localizaciones de los estudios realizados, previamente mapeados en la segunda parte. Esto con el fin de extrapolar valores específicos de densidad con un determinado grado de conservación de las poblaciones de esta especie.

Calculamos cada variable con apoyo de un software SIG para cada Unidad de Análisis de Hábitat (UEH), la cual fue definida como una celda de 1600 ha (Guzmán 2005) en una superficie total de 5 500 000 ha, aproximadamente. Para cada una de las 3407 UEH definidas, ordenamos y clasificamos los datos en tres categorías mediante la técnica de agrupación de Jenks (1967), denominada *natural breaks* o cortes naturales de los datos. De acuerdo con lo anterior, construimos matrices de decisión para cada indicador, asignando categorías que fueron denominadas como valores altos, medios y bajos. Aplicamos esta matriz a cada UEH y obtuvimos dos mapas que representan la calidad intrínseca del hábitat y la presión de caza. El resultado final fue obtenido mediante la

construcción de una tercera matriz de decisión, confrontando los indicadores de estado y presión. A continuación explicamos en detalle estos procedimientos.

Mapeo del grado de conservación estimado de poblaciones de chigüiros

Empleamos una aproximación geográfica para definir variables e indicadores de estado (calidad intrínseca del hábitat) y presión (caza), con el fin de estimar el grado de conservación de las poblaciones de chigüiros. Construimos los indicadores mediante la aplicación de matrices de decisión para ordenar y clasificar criterios específicos, que de acuerdo con la información existente sobre la especie y el criterio de expertos, tienen impacto directo sobre el estado de conservación de las poblaciones silvestres.

Los indicadores y variables que empleamos fueron:

Indicador de estado: Calidad intrínseca del hábitat

Distribución potencial de la especie en el área de estudio de acuerdo con los tipos de ecosistemas requeridos. En esta variable definimos el área dentro de la cual se pueden encontrar poblaciones de chigüiros bajo condiciones óptimas. Para ello, seleccionamos los tipos de ecosistemas que pueden ser objeto de uso por parte de poblaciones de esta especie, los cuales son ecosistemas estacionalmente inundables y otros complementarios asociados al Anfibioma Arauca – Casanare (Romero *et al.* 2004), bajo la cota de 200 msnm.

Grado de heterogeneidad de tipos de ecosistemas (heterogeneidad del hábitat). Esta variable expresa la diversidad de tipos

de ecosistemas dentro de las unidades de análisis (Fonseca & Sarmiento 2006). El uso de esta variable supone que una mayor diversidad de ecosistemas - hábitat de la especie, aumenta la probabilidad de supervivencia de poblaciones viables.

Presencia/ausencia de cuerpos de agua permanente y semi-permanente (disponibilidad de agua). Complementario al anterior, es necesario que cada mosaico de ecosistemas que se puedan clasificar como aptos para el sostenimiento de poblaciones viables cuenten con cuerpos de agua en cada celda o muy cercanos a cada una de ellas. Establecimos esta variable estimando el porcentaje de áreas cubiertas por cuerpos de agua permanentes para cada unidad de análisis.

Indicador de presión: Estimación de la presión de caza

Densidad promedio de asentamientos humanos. Se asume que la cacería será mayor en tanto cada unidad de análisis se encuentre más cerca de asentamientos humanos (Siren *et al.* 2004). Por lo tanto, una mayor distancia a centros urbanos y poblaciones humanas menores, permitirá un mejor desarrollo de las poblaciones de chigüiros.

Calculamos esta variable estimando el valor promedio de densidad de asentamientos humanos en cada unidad de análisis. Obtuvimos los datos a partir de la localización de topónimos socioculturales relacionados con poblaciones y asentamientos.

Distancia absoluta a la frontera con Venezuela y otros centros de acopio para tráfico ilegal. Complementaria a la anterior, esta variable está definida como la distancia lineal (en Km) a la frontera con Venezuela y otros

centros de acopio para tráfico ilegal de la especie. De acuerdo a Guzmán (2005) y a conversaciones con expertos, se ha logrado establecer que la cercanía a la frontera se ha traducido en mayor presión sobre poblaciones silvestres de chigüiros, dado que el territorio venezolano es el destino principal del comercio con fines de consumo de su carne. A este factor le sumamos la distancia a Yopal y Saravena como focos secundarios de comercio y/o extracción del recurso.

Matrices de decisión

Matriz de decisión para estimar la calidad intrínseca del hábitat. Una vez calculadas y mapeados las variables relacionadas con la calidad intrínseca del hábitat, construimos la respectiva matriz de decisión (Tabla 1), para posteriormente establecer su distribución espacial.

Matriz de decisión para estimar la presión de caza. De manera similar al indicador de estado, construimos una matriz de decisión para estimar la presión de caza de la especie en el área de estudio (Tabla 2).

Estimación del grado de conservación de las poblaciones de chigüiros

Los indicadores de estado y presión obtenidos los cruzamos en una tercera matriz de decisión (Tabla 3), para estimar el grado de conservación de la especie en el área de estudio. El resultado lo aplicamos a la grilla trazada sobre el área de estudio obteniendo así un mapa que muestra la distribución espacial.

Georeferenciación de localidades

La segunda parte del método propuesto consistió en la determinación de la ubicación geográfica de las localidades en donde

Tabla 1. Matriz de decisión para determinar la calidad intrínseca del hábitat de acuerdo con la categoría de cada variable de estado (Heterogeneidad de ecosistemas y disponibilidad de agua) en cada unidad de análisis.

Calidad intrínseca de hábitat		Disponibilidad de agua		
		1-Alta	2-Media	3-Baja
Heterogeneidad ecosistemas	3-Alta	Alta	Alta	Media
	2-Media	Alta	Media	Media
	1-Baja	Media	Media	Baja

Tabla 2. Matriz de decisión para determinar la presión de caza de acuerdo con la categoría de cada variable de presión (Distancia media a la frontera y densidad de asentamientos), en cada unidad de análisis.

Presión de caza		Densidad de asentamientos		
		1-Baja	2-Media	3-Alta
Distancia a la frontera	3-Lejos	Baja	Baja	Media
	2-Cerca	Media	Media	Alta
	1-Muy cerca	Media	Alta	Alta

Tabla 3. Matriz de decisión para determinar el grado de conservación estimado de poblaciones de *Hydrochoerus hydrochaeris* de acuerdo con la clase de cada indicador de estado y presión, en cada unidad de análisis.

Probabilidad de conservación de poblaciones silvestres		Calidad de hábitat		
		3-Alta	2-Media	1-Baja
Presión de caza	3-Alta	Media	Baja	Baja
	2-Media	Alta	Media	Baja
	1-Baja	Alta	Alta	Media

se han realizado estimaciones de abundancia de chigüiros en las sabanas inundables, durante la última década. Empleamos 23 evaluaciones en total desarrolladas por Aldana (1999), Oikos (2003), IAvH (2003), IAvH (2004), UNILLANOS-MAVDT (2005) y UNAL-CORPORINOQUIA (2006). De cada estudio empleamos únicamente la densidad mínima reportada (individuos/ha), para evitar el riesgo de sobrestimación de las poblaciones en el área de trabajo (Tabla 4).

Este mapa permite valorar el grado de distribución y cubrimiento de los estudios desarrollados hasta el momento. Solo el estudio de Aldana (1999) fue desarrollado en el departamento de Arauca. Los 22 restantes se desarrollaron en el departamento del Casanare, principalmente en el municipio de Paz de Aripuro, seguido de Hato Corozal y Orocué. Los estudios más recientes (hasta el 2004) han sido desarrollados en localidades específicas de los municipios de Paz de Aripuro y Hato Corozal.

Tabla 4. Localidades empleadas para la estimación de densidades máximas, mínimas y promedio por cada categoría de calidad de hábitat. * La densidad corresponde al valor más bajo reportado por los autores (individuos/hectárea).

Localidad	Municipio	Departamento	Densidad*	Fuente
California	Paz de Ariporo	Casanare	1.14	Oikos (2003)
Caño Chiquito	Paz de Ariporo	Casanare	0.64	Oikos (2003)
Caño Limón	Arauca y Arauquita	Arauca	0.31	Aldana (1999)
El Cariño	Paz de Ariporo	Casanare	0.98	Oikos (2003)
Hato Guamito	Hato Corozal	Casanare	0.10	IAVH (2003)
Hato Guamito	Hato Corozal	Casanare	0.12	UNILLANOS-MAVDT (2005)
Hato La Aurora	Hato Corozal	Casanare	1.60	Oikos (2003)
Hato Miramar	Paz de Ariporo	Casanare	2.21	IAVH (2003)
Hato Miramar	Paz de Ariporo	Casanare	6.29	UNILLANOS-MAVDT (2005)
Hato Miramar	Paz de Ariporo	Casanare	4.11	IAVH (2003)
Hato Miramar	Paz de Ariporo	Casanare	4.58	UNAL-CORPORINOQUIA (2006)
Hato San Felipe	Orocué	Casanare	1.30	Oikos (2003)
Hato San Pablo	Orocué	Casanare	0.94	Oikos (2003)
Hato Santa Trinidad	Hato Corozal	Casanare	0.50	IAVH (2003)
Hato Santa Trinidad	Hato Corozal	Casanare	0.17	UNILLANOS-MAVDT (2005)
Hato Santana	Orocué	Casanare	1.50	Oikos (2003)
Hato Taparás	Paz de Ariporo	Casanare	2.10	IAVH (2003)
Hato Taparás	Paz de Ariporo	Casanare	6.53	UNILLANOS-MAVDT (2005)
Hato Taparás	Paz de Ariporo	Casanare	5.21	UNAL-CORPORINOQUIA (2006)
La Esperanza	Paz de Ariporo	Casanare	2.25	Oikos (2003)
La Estación	Paz de Ariporo	Casanare	0.29	Oikos (2003)
La Victoria	Paz de Ariporo	Casanare	0.44	Oikos (2003)
Marbella	Paz de Ariporo	Casanare	1.25	Oikos (2003)

Estimación del número total de individuos y de la cuota global sugerida

De acuerdo con su ubicación en el mapa respectivo, a cada localidad le asignamos una sola categoría del grado de conserva-

ción estimado (Tablas 4, 5 y 6). Posteriormente, obtuvimos los valores promedio, mínimo, máximo y las desviaciones estándar de la densidad de individuos estimados en las localidades muestreadas, de acuerdo con el grado de conservación asignado.

Tabla 5. Localidades muestreadas por cada categoría de grado de conservación estimado (calidad de hábitat).

Grado de conservación estimado	No. UEH	Superficie total (ha)	Localidades muestreadas
Alto	358	572 800	2
Medio	1129	1 806 400	15
Bajo	1920	3 072 000	6
Total	3407	5 451 200	23

Tabla 6. Valores de densidad mínimos, máximos y promedio para cada categoría de grado de conservación estimado (calidad de hábitat).

Grado de conservación estimado	Localidades muestreadas	Valores de densidad encontrados			D.E.
		Promedio	Máximo	Mínimo	
Alto	2	0.95	1.6	0.29	0.9
Medio	15	2.54	6.53	0.17	2.2
Bajo	6	0.77	1.5	0.1	0.6

Resultados

Indicadores de estado y presión de las poblaciones de chigüiros

Obtuvimos los siguientes modelos espaciales para cada una de las variables sugeridas:

- Grilla de análisis sobre el área de estudio o distribución potencial de la especie de acuerdo con los tipos de ecosistemas presentes (Figura 1)
- Heterogeneidad del hábitat (Figura 2)

- Disponibilidad de agua (Figura 3)
- Densidad de poblaciones y asentamientos humanos (Figura 4)
- Cercanía a la frontera y otros centros y/o rutas de extracción ilegal del recurso (Figura 5)

Los mapas que reflejan la distribución espacial de los indicadores de estado y presión, así como el grado de conservación estimado para poblaciones de chigüiros son:

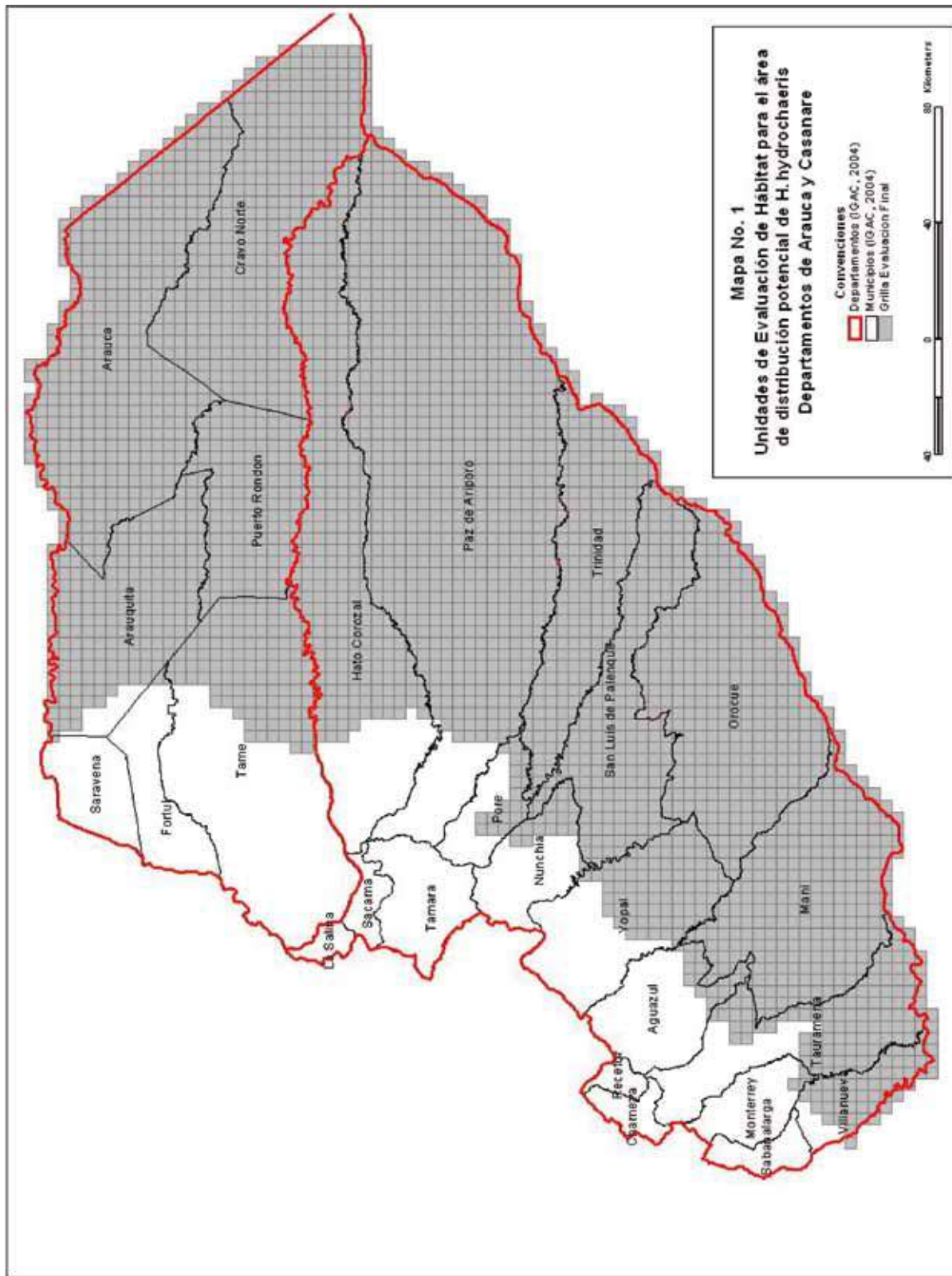


Figura 1. Distribución potencial del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*, de acuerdo con los tipos de de ecosistemas presentes en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare.

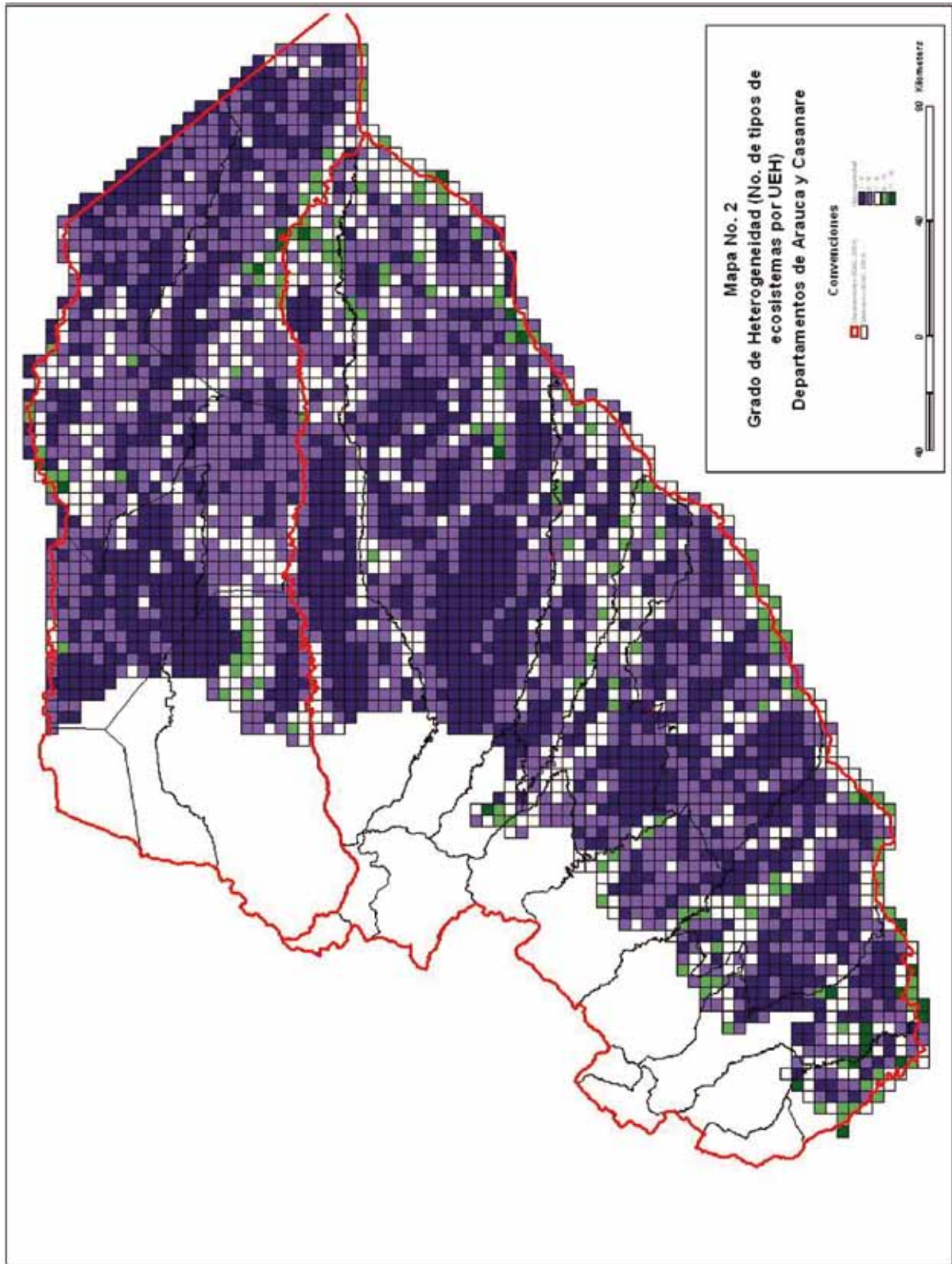


Figura 2. Grado de heterogeneidad del hábitat del chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Valores de heterogeneidad: 1-4 (púrpura), 5-6 (lavanda), 7-8 (blanco), 9-10 (verde claro), 11-16 (verde oscuro)

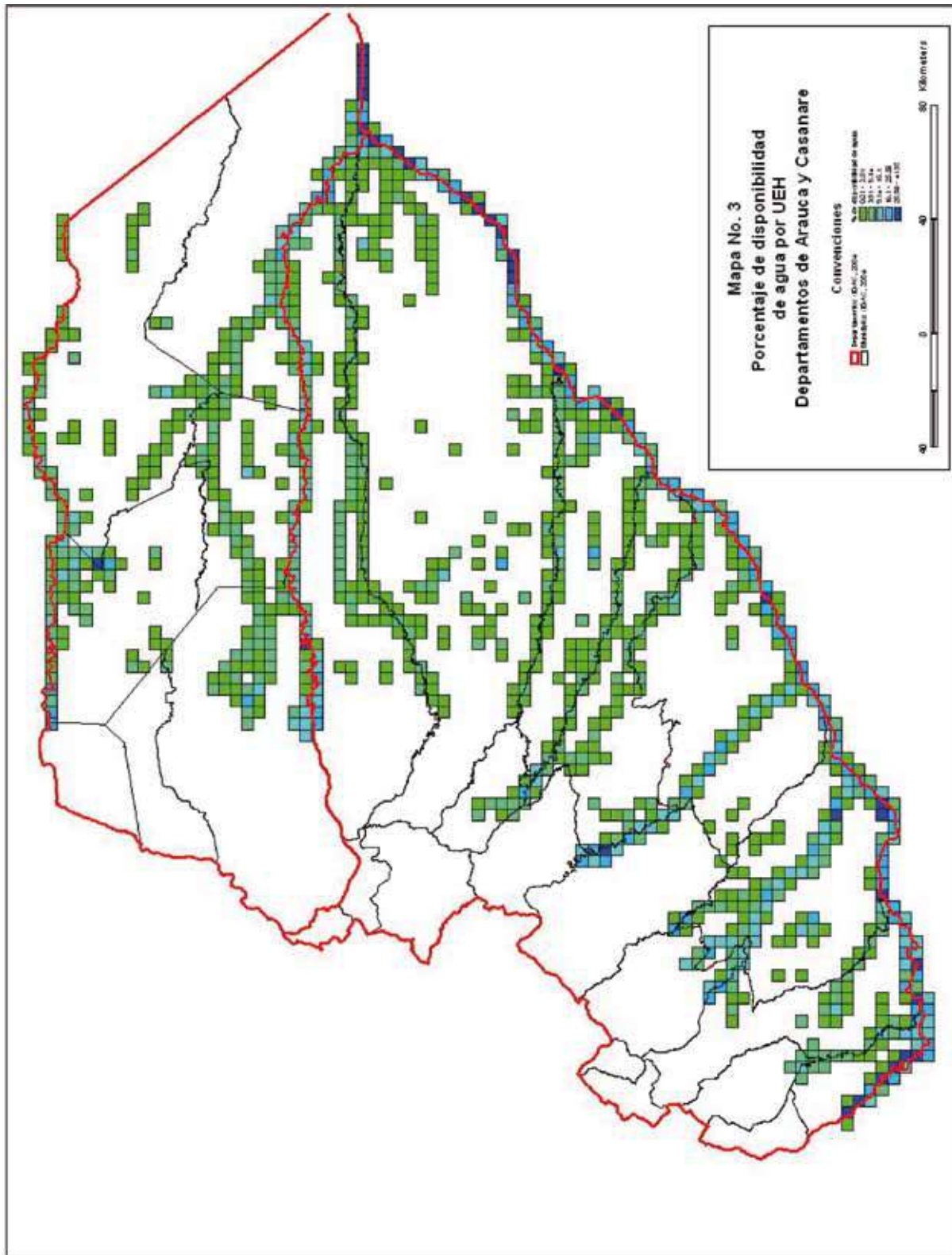


Figura 3. Disponibilidad de agua para el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Porcentaje de disponibilidad de agua: 0.01 - 3.91 (verde oscuro), 3.91 - 9.14 (verde claro), 9.14 - 16.1 (aguamarina), 16.1 - 25.58 (azul celeste) y 25.58 - 41.97 (azul marino)

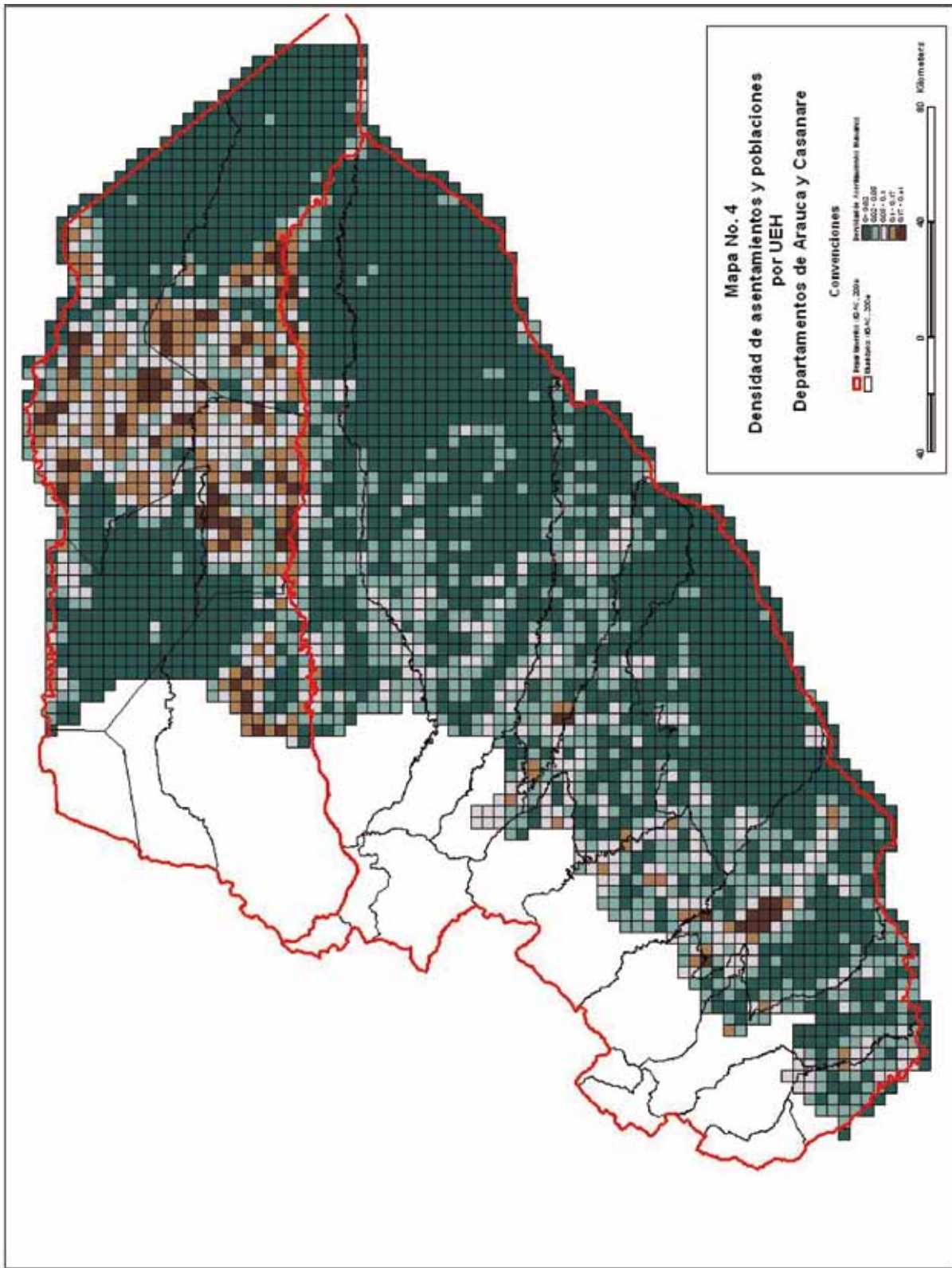


Figura 4. Densidad de poblaciones y asentamientos humanos en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Valores de densidad de asentamientos humanos: 0 - 0.02 (gris oscuro), 0.02 - 0.05 (gris claro), 0.05 - 0.1 (blanco), 0.1 - 0.17 (marrón) y 0.17 - 0.41 (café oscuro).

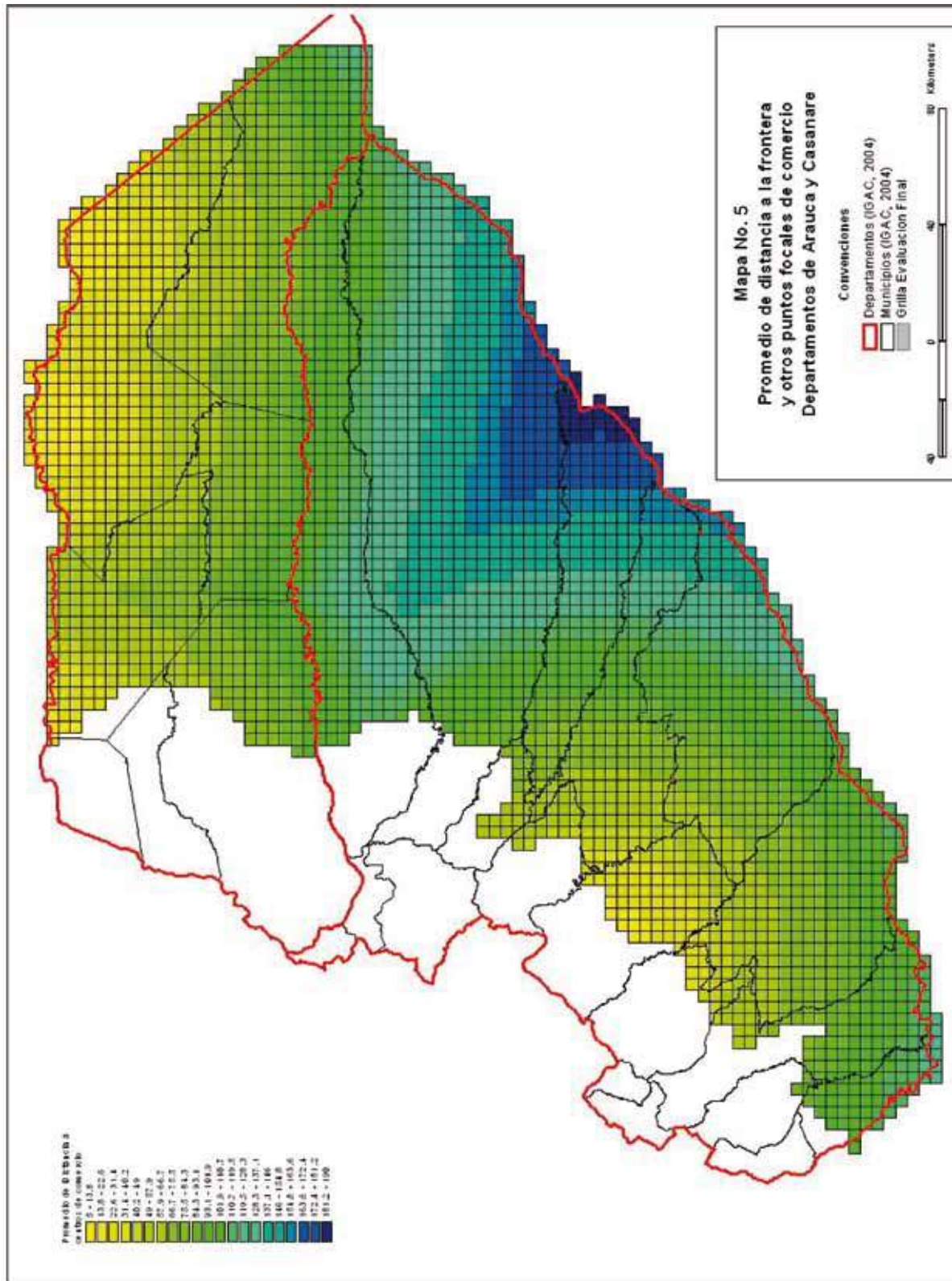


Figura 5. Cercanía a la frontera con Venezuela y otros centros y/o rutas de extracción ilegal de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en la zona de estudio. Departamento de Arauca y Casanare.

- a. Calidad intrínseca del hábitat según matriz de decisión para el indicador de estado (Tabla 1, Figura 6)
- b. Presión de caza de acuerdo a la matriz de decisión para el indicador de presión (Tabla 2, Figura 7)
- c. Grado de conservación estimado para poblaciones de chigüiros (Tabla 3 y Figura 8)

Estimación del número total de individuos en el área de estudio

La superficie total para cada una de las categorías del grado de conservación estimado lo multiplicamos por los valores promedio, máximo y mínimo de densidad (individuos/ha) encontrados en las localidades ubicadas en cada categoría de estado de conservación. De esta manera construimos tres posibles escenarios, basados en diferentes estimaciones del número total de individuos presentes en el área de estudio y aplicando una tasa de extracción o aprovechamiento del 20 %. Con esta tasa máxima de extracción sugerida por Ojasti (1997) y Mesa (2005) para poblaciones silvestres de chigüiros, se busca garantizar que no haya

una declinación de las poblaciones más allá de sus posibilidades de supervivencia.

Así, bajo el **escenario 1**, es decir con una estimación basada en el **valor promedio** de las densidades estimadas para cada grado de conservación, encontramos que en el área de estudio (5 451 200 ha) la población silvestre estimada es de 7 497 856 chigüiros, de los cuales se podrían extraer o aprovechar cerca de 1 499 571 individuos (Tabla 7). Bajo el **escenario 2**, es decir cuando la estimación se basa en el **valor mínimo** de las densidades estimadas para cada grado de conservación, estimamos que la población total es de 780 400 chigüiros y se pueden extraer 156 080 individuos (Tabla 8). Finalmente, en el **escenario 3**, donde la estimación se basa en el **valor máximo** de las densidades estimadas para cada grado de conservación, la población total de chigüiros silvestres en el área de estudio es de 17 320 272 individuos, de los cuales se pueden aprovechar 3 464 054 individuos (Tabla 9).

La ubicación de las 23 localidades en las que se basaron nuestras estimaciones de la población total en el área de estudio se muestra en la Figura 9.

Tabla 7. Escenario 1 de estimación de la población total de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el área de estudio, obtenido por el promedio de las densidades halladas en cada categoría de grado de conservación estimado. Se utilizó una tasa de aprovechamiento del 20 % de la población total. UEH= Unidades de Evaluación de hábitat. N= Numero de estudios. D.E.= Desviación estándar.

Grado de conservación estimado	No. UEH	Superficie total (ha)	N	Densidad promedio	D.E.	Estimación media
Alto	358	572 800	2	0.95	0.93	544 160
Medio	1129	1 806 400	15	2.54	2.23	4 588 256
Bajo	1920	3 072 000	6	0.77	0.59	2 365 440
Total	3407	5 451 200	23			7 497 856
Cuota regional de extracción						1 499 571

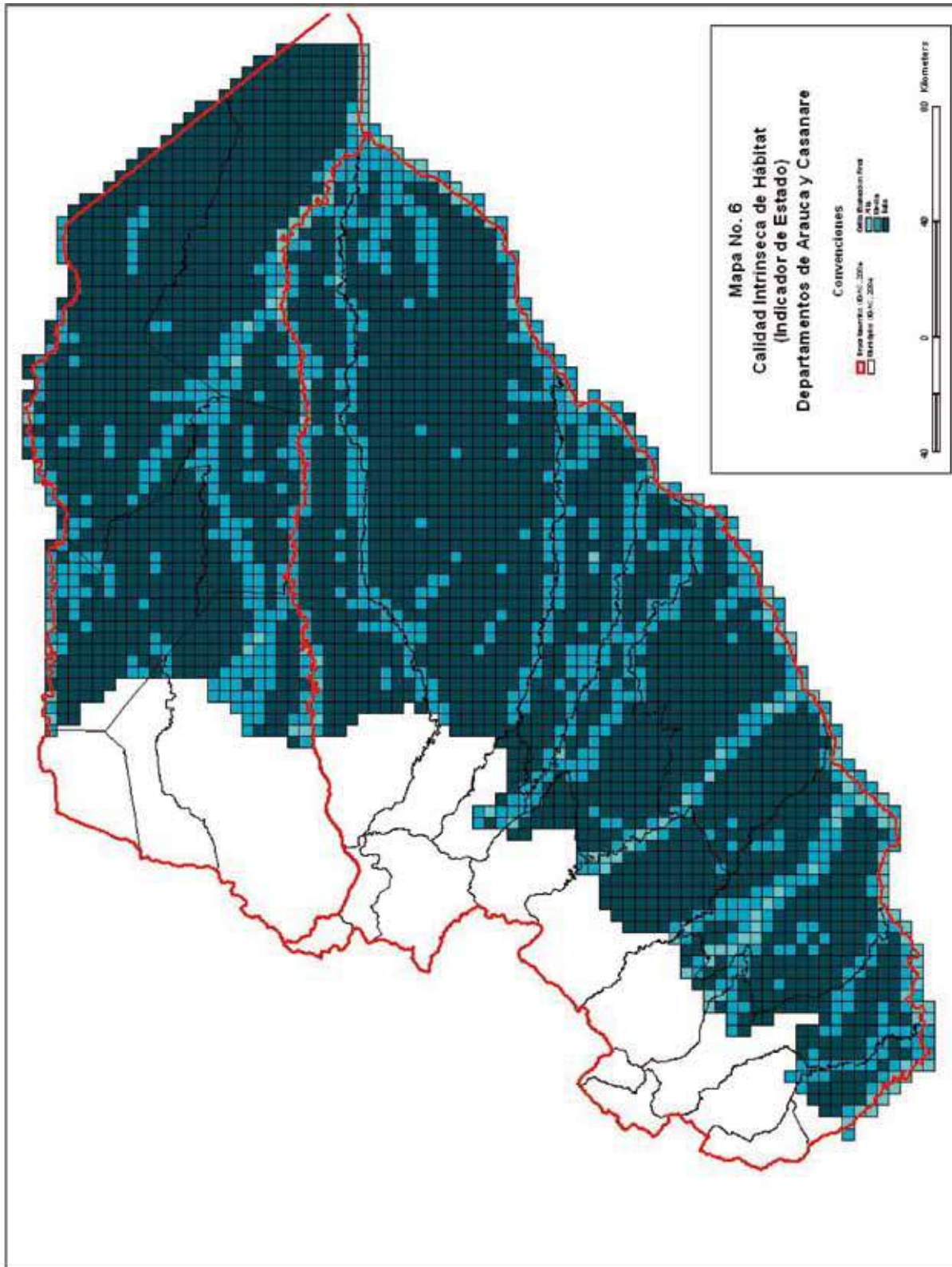


Figura 6. Calidad del hábitat para el chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Calidad alta (agua marina), media (azul celeste) y baja (oscuro)

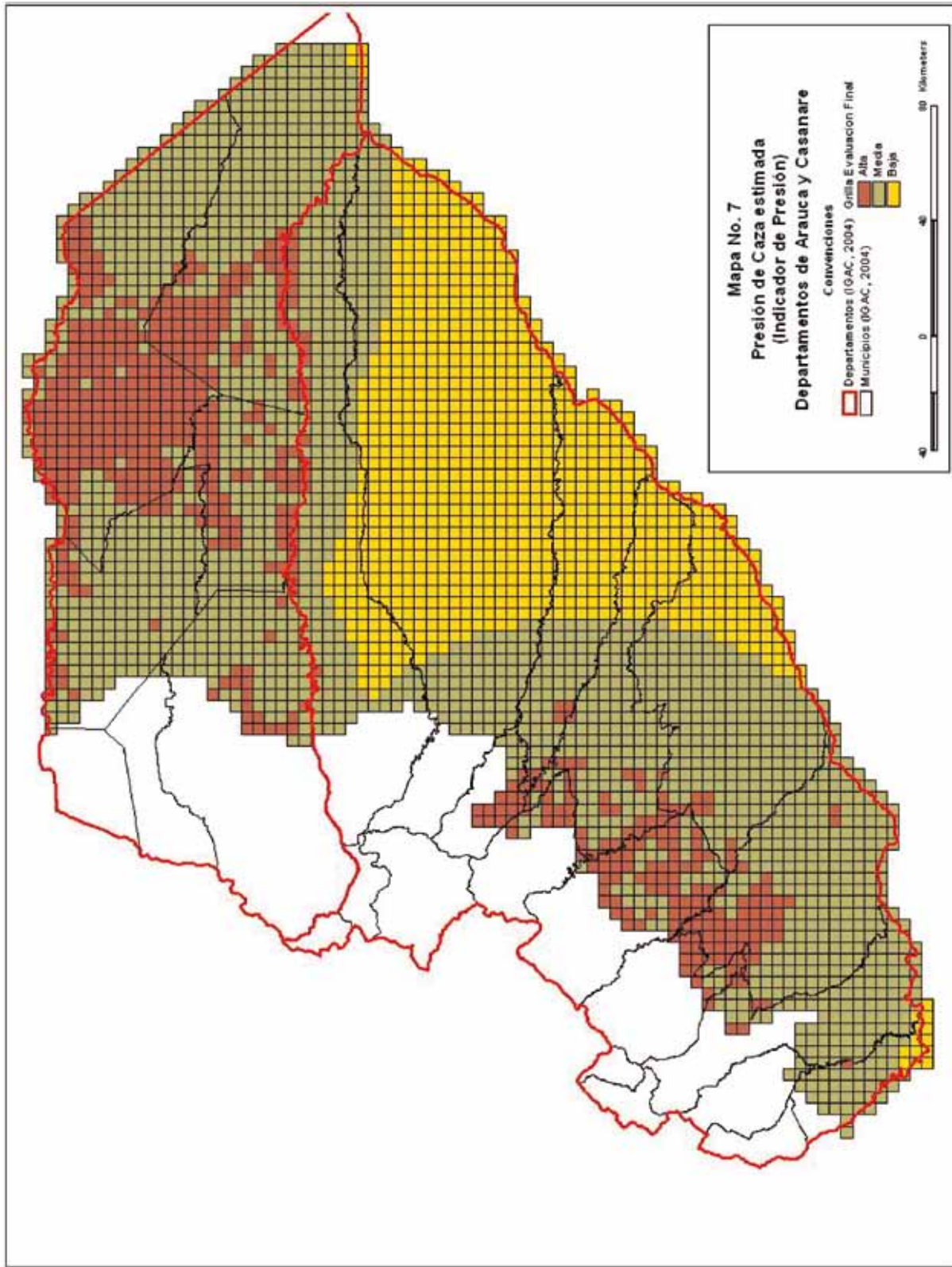


Figura 7. Presión de caza de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Presión alta (rojo ladrillo), media (verde militar) y baja (verde limón)

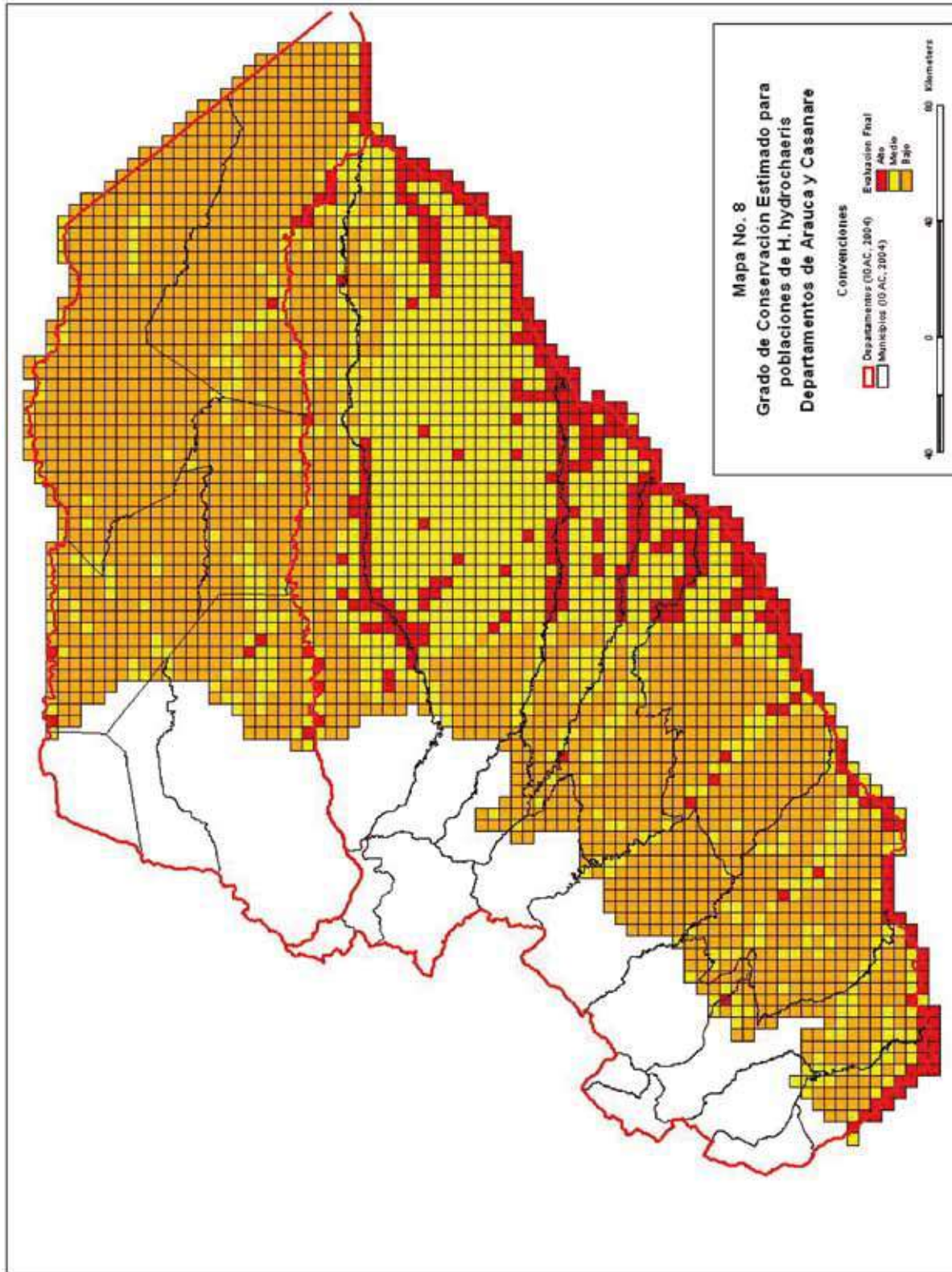


Figura 8. Grado de conservación estimado para poblaciones silvestres de chiguüros *Hydrochoerus hydrochaeris* para la zona de estudio. Departamentos de Arauca y Casanare. Grado de conservación alto (rojo), medio (amarillo) y bajo (naranja)

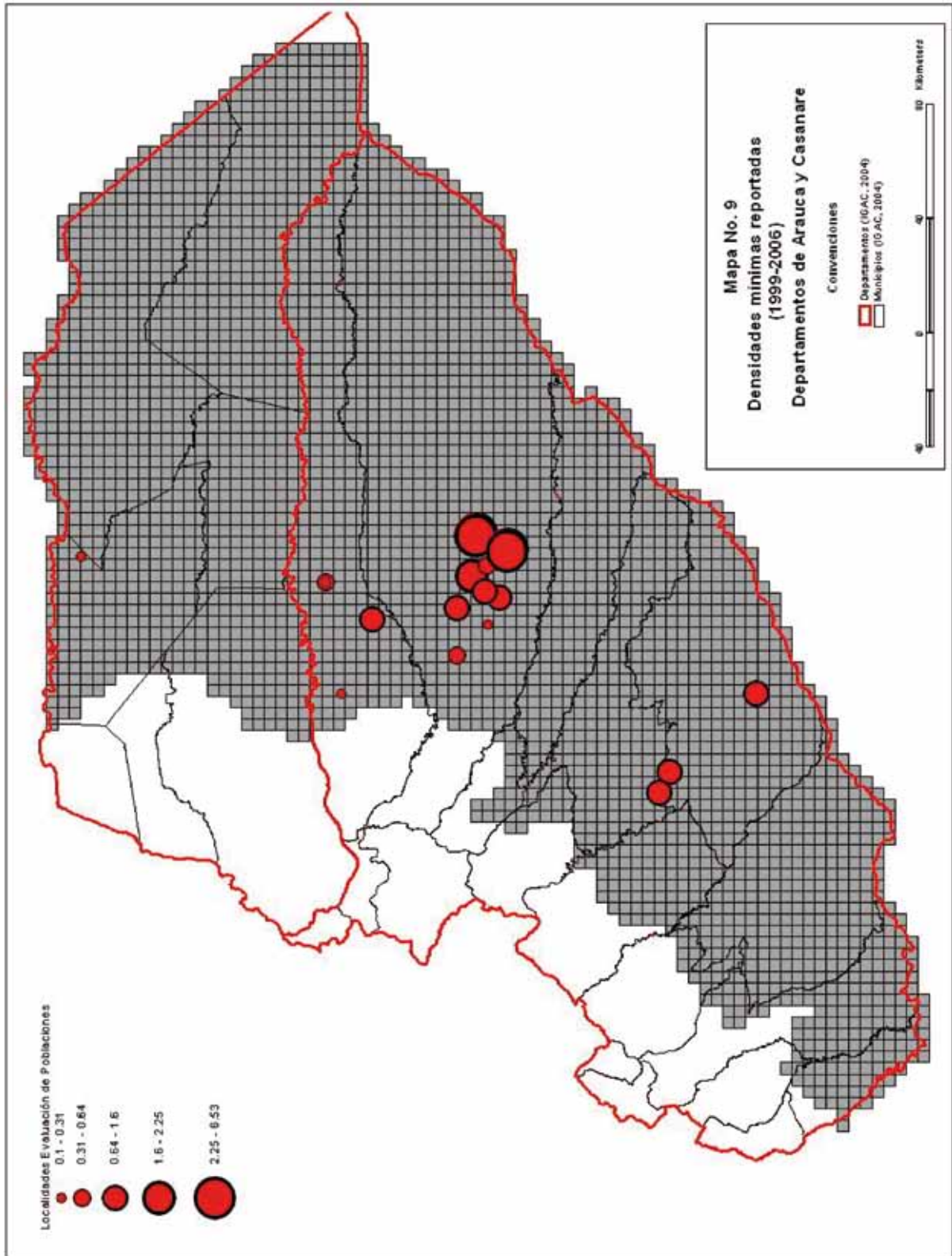


Figura 9. Ubicación geográfica de las 23 localidades en donde se han realizado estimaciones de abundancia de *Hydrochoerus hydrochaeris* en las sabanas inundables en la última década.

Tabla 8. Escenario 2 de estimación de la población total de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el área de estudio, obtenido a partir de las densidades mínimas (más bajas) halladas en cada categoría de grado de conservación estimado. Se utilizó una tasa de aprovechamiento del 20 % de la población total. UEH= Unidades de Evaluación de hábitat. N= Numero de estudios. D.E.= Desviación estándar.

Grado de conservación estimado	No. UEH	Superficie total (ha)	N	Densidad mínima	D.E.	Estimación media
Alto	358	572 800	2	0.29	0.93	166 112
Medio	1129	1 806 400	15	0.17	2.23	307 088
Bajo	1920	3 072 000	6	0.1	0.59	307 200
Total	3407	5 451 200	23			780 400
Cuota regional de extracción						156 080

Tabla 9. Escenario 3 de estimación de la población total de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el área de estudio, obtenido a partir de las densidades máximas (más altas) halladas en cada categoría de grado de conservación estimado. Se utilizó una tasa de aprovechamiento del 20 % de la población total. UEH= Unidades de Evaluación de hábitat. N= Numero de estudios. D.E.= Desviación estándar.

Grado de conservación estimado	No. UEH	Superficie total (ha)	N	Densidad máxima	D.E.	Estimación media
Alto	358	572 800	2	1.6	0.93	916 480
Medio	1129	1 806 400	15	6.53	2.23	11 795 792
Bajo	1920	3 072 000	6	1.5	0.59	4 608 000
Total	3407	5 451 200	23			17 320 272
Cuota regional de extracción						3 464 054

Discusión

Los resultados obtenidos nos permitieron estimar diferentes escenarios de aprovechamiento de la especie a nivel regional, empleando la información sobre la evaluación de abundancia y densidad, así como de variables que permitieran modelar la calidad del hábitat. Esto aporta criterios para establecer una tasa anual máxima de aprovechamiento de las poblaciones silvestres, la cual sin duda debe ser considerada una hipótesis de trabajo que debe ser analizada a la luz de un programa

de monitoreo del recurso en la región. Como mencionamos, el método propuesto parte de una serie de supuestos fundamentados en estudios de caso, aspectos teóricos, conocimiento de expertos e información disponible, haciendo que el margen de error de cada escenario pueda ser considerablemente alto. A corto plazo, son pocas las posibilidades de confrontar la validez del modelo, dada la ausencia de un programa de monitoreo de alcance regional para la especie.

Ensayos sobre la estimación de la población a nivel regional también fueron realizados por Oikos (2003). Al utilizar los valores de densidad de dos estudios, estos autores encontraron una gran variación del tamaño de la población en un área de 23 103 923 ha de hábitat potencial disponible para los chigüiros en los llanos colombo-venezolanos. Cuando utilizaron una densidad de 1.206 ind/ha, calculada en sus estudios previos, el tamaño de la población estimada en la región evaluada fue de 27 863 331 individuos. Al utilizar la densidad media de 0.39 ind/ha registrada por Ojasti (1973), encontraron que la población estimada era de 9 102 946 individuos; mientras que al usar un valor medio entre los dos estudios (0.80 ind/ha) la población estimada fue de 18 483 138 individuos.

Los datos obtenidos en nuestro estudio muestran también amplias variaciones entre la estimación de la población total y por ende de la posible tasa de aprovechamiento. De acuerdo con IAvH (2004), la exportación de chigüiros se encuentra en el orden de 120 000 a 150 000 individuos, lo cual puede ser una guía para el ajuste de los valores anteriores, pues este nivel de aprovechamiento, aún siendo incierto por ausencia de datos formales, ha ocasionado la declinación de poblaciones naturales en Venezuela y en el departamento de Arauca.

Manteniendo el enfoque de manejo adaptativo y bajo el principio de precaución, sugerimos que la tasa de aprovechamiento sea reducida de 20 % (Ojasti 1973, Mesa 2005) al 10 %, teniendo en cuenta las estimaciones calculadas a partir de los valores mínimos de densidad hallados en cada categoría del grado de conservación estimado (escenario 2). De esta forma, obtendríamos una cuota anual de aprovechamiento

de aproximadamente 78 000 individuos, teniendo en cuenta que por factores principalmente asociados a la escala de trabajo se corre el riesgo de sobreestimar el número total de individuos en el área de estudio.

Los datos empleados en este análisis permitieron hacer solamente un único cálculo que debe ser considerado apenas como un punto de partida, pues actualmente las variables empleadas no cuentan con un programa (estatal o privado) de actualización sistemática. Así, el mapa de ecosistemas de la cuenca del Orinoco fue elaborado a partir de imágenes satelitales del año 2000 (Romero *et al.* 2004) y no se prevén actualizaciones de corto plazo, al tiempo que otras variables tales como la densidad de centros poblados, la disponibilidad de recurso hídrico y la distancia media hacia la frontera no mostrarán variaciones significativas en la escala de trabajo en los próximos años.

Un ajuste de los cálculos puede partir de lo siguiente:

1. Mejor entendimiento de los factores fisiográficos (geomorfo-pedológicos e hidrológicos) que inciden en la distribución y posiblemente la abundancia del chigüiro en el contexto específico del anfibioma Arauca – Casanare.
2. A partir de lo anterior, evaluar la factibilidad de indicar la distribución geográfica potencial mediante el modelamiento del nicho ecológico, usando variables ambientales que permitan un seguimiento en el tiempo. Sugerimos explorar la posibilidad de generar dicha información a partir de imágenes satelitales de diferentes tipos y resolución, de acuerdo con la propuesta de Buermann *et al.* (2008),

en donde la información climática es complementada con variables derivadas de sensores remotos, dando como resultado modelos más precisos.

3. Evaluar la correlación estadística entre la probabilidad de ocurrencia de la especie (derivada de los modelos de distribución geográfica potencial), con estimaciones locales de abundancia del chigüiro, con suficientes datos de entrenamiento y validación. Esto permitiría tener modelos que varíen en el tiempo en función de las características del hábitat observadas en imágenes satelitales (monitoreo del hábitat del chigüiro).

El cálculo de cuotas anuales de aprovechamiento deberá tener en cuenta los registros de aprovechamiento de los usuarios, así como de evaluaciones de poblaciones que necesariamente deben ser de alcance regional, para estimar de manera más confiable la cuota global de aprovechamiento. Insistimos en que las cuotas calculadas deben ser consideradas solo como valores de referencia y no como metas de aprovechamiento o cupos que puedan ser distribuidos entre los usuarios que soliciten licencias de aprovechamiento. De acuerdo con la reglamentación vigente, la cantidad de individuos que serán extraídos del medio es un factor que debe ser estudiado y aprobado en cada caso en particular, según las condiciones locales de las unidades de manejo y debe estar en función de los métodos y modelos previamente aprobados por las autoridades ambientales correspondientes. Sugerimos además distribuir esta cuota por municipios en aras de facilitar el control y la asignación de cupos específicos a los usuarios.

De esta forma concluimos que:

- El modelo espacial propuesto constituye una aproximación general-experimental para definir una cuota global de aprovechamiento para la especie. Las limitaciones frente a la información utilizada deben ser subsanadas con la implementación de un programa de monitoreo, el cual debe estar orientado a precisar diferentes aspectos biológicos y ecológicos de la especie, entre ellos las respuestas al aprovechamiento.
- El principio de precaución debe regir las decisiones tomadas por la autoridad ambiental.
- Este principio rigió en la elaboración del modelo presentado con el fin de evitar al máximo las estimaciones de la población total con el riesgo consecuente de sobreexplotación de las poblaciones silvestres.
- El modelo propuesto permite analizar diferentes alternativas de definición de la cuota global entre ellas, disminuir la tasa de aprovechamiento a niveles mínimos razonables, o bien reducir la estimación de la población total teniendo como valor de referencia los cálculos de las áreas que presentaron valores medios y altos en cuanto su probabilidad de conservación de poblaciones silvestres. Complementario a lo anterior, se puede evaluar la posibilidad de restringir geográficamente el aprovechamiento solamente a las áreas con mejores condiciones para la sostenibilidad del recurso. La decisión final será tomada por la autoridad ambiental con base en los elementos expuestos.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Convenio inter-administrativo especial de cooperación científica, tecnológica y financiera No. 106 “Conservación y usos sostenible del chigüiro (*H. hydrochaeris*) en la Orinoquía colombiana. Fase V”, firmado entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Universidad Nacional de Colombia (2006).

Deseamos expresar nuestros agradecimientos al Grupo de Manejo y Conservación de Vida Silvestre de Universidad Nacional de Colombia por sus aportes en las discusiones técnicas y fuera de ellas, críticas y constante respaldo al desarrollo de este trabajo. Así mismo, a los funcionarios de la Subdirección de Ecosistemas del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, igualmente por su apoyo y comentarios a la realización de este trabajo.

Literatura Citada

- Aldana, J. 1999. Tamaño, densidad, estructura y distribución espacial de una población de chigüiros en Caño Limón, Arauca. Tesis de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Buermann, W., S. Saatchi, T. B. Smith, B. R. Zutta, J. A. Chaves, B. Milá & C. H. Graham. 2008. Predicting species distributions across the Amazonian and Andean regions using remote sensing data. *Journal of Biogeography* 35(7):1160-1176.
- Bodmer, R. E. 1994. Managing wildlife with local communities in the Peruvian Amazon: The case of the Reserva Comunal Tamshiyacu-Tahuayo. Pp. 113-134, en D. Western & R. M. Wright (ed.). *Natural connections: Perspectives in community-based conservation*. Island Press, Washington, D.C.
- Caughley, G. & A. R. E. Sinclair. 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science, Cambridge.
- Connelly, J. W., J. Gammonley & J. M. Peek. 2005. Harvest management. Pp. 658-690, en C. E. Braun (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats*. The Wildlife Society, Bethesda, MD.
- Fonseca, C. & C. Sarmiento. 2006. Protocolo de monitoreo a nivel de ecosistema/paisaje para las áreas protegidas de la Dirección Territorial Amazonía Orinoquía. Contrato No. 44. Proyecto FAP Amazonía-Orinoquía, Unidad de Parques Nacionales Naturales-Embajada Real de los Países Bajos. Informe final.
- Forero, J. M., J. Betancur & J. Cavalier. 2003. Dieta del capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Caño Limón, Arauca, Colombia. *Biología Tropical* 51(2):579-590.
- Giraldo, H. D. & J. Ramírez. 2001. Guía para el manejo, cría y aprovechamiento sostenible del chigüiro o capibara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linneo. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- Guzmán, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris* durante la época de lluvias en los Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 31- 70, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Decreto 4688 del 21 de diciembre de 2005 “por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial”. Colombia.
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2003. Evaluación del estado actual de las pobla-

- ciones silvestres de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y los hábitats asociados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en el departamento de Casanare. Informe Final convenio 07. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase I. Bogotá, Colombia.
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2004. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento del Casanare. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase II. Bogotá, Colombia.
- Jenks, G. F. 1967. The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography* 7:186–190.
- Oikos. 2003. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Ojasti, J. 1997. Explotación humana de capibaras. Pp. 283-301, en J. G. Robinson, K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Robinson, J. G. & R. E. Bodmer. 1999. Towards wildlife management in tropical forests. *Journal of Wildlife Management* 63:1-13.
- Robinson, J. G. & K. H. Redford. 1991. Sustainable harvest of neotropical forest mammal. Pp. 415-429, en J. G. Robinson & K. H. Redford (ed.). *Neotropical Wildlife use and conservation*. University of Chicago Press, Chicago.
- Romero, M., G. Galindo, J. Otero & D. Armenteras D. 2004. Ecosistemas de la cuenca del Orinoco Colombiano. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- Mesa, E. 2005. Análisis de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochaeris hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) como herramienta de manejo hacia el aprovechamiento sostenible y la conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Salas, A. & J. Kim. 2002. Spatial factors and stochasticity in the evaluation of sustainable hunting of tapirs. *Conservation Biology* 16:86-96.
- Sirén, A., P. Hambäck & J. Machoa. 2004. Including spatial heterogeneity and animal dispersal when evaluating hunting: A model analysis and an empirical assessment in an amazonian community. *Conservation Biology* 18(5):1315–1329.
- UNILLANOS & MAVDT (Universidad de Los Llanos & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe Final.
- Wilhere, G. F. 2002. Adaptive management in habitat conservation plans. *Conservation Biology* 16:20-29.

Modelo de simulación de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* en el departamento de Casanare

Elizabeth Mesa-González¹, Hugo Fernando López-Arévalo^{1, 2}, Pedro Sánchez-Palomino^{1, 3} & Clara Inés Caro⁴

¹ Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

³ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

⁴ Grupo de Investigación en Gestión Ambiental Sostenible -GIGAS. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana. Universidad de Los Llanos.

Resumen

Desarrollamos un modelo de simulación determinístico que representa la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros, como resultado de procesos biológicos de natalidad y mortalidad y del aprovechamiento extractivo anual de individuos en los hatos Las Taparas y Miramar del municipio de Paz de Ariporo (Casanare). El objetivo fue formular una herramienta técnica para apoyar la gestión de manejo que realiza la autoridad ambiental regional relacionada con el aprovechamiento sostenible y la conservación de la especie. Diseñamos una interfase para que el funcionario manejador del recurso pueda interactuar fácilmente con el modelo y construir escenarios para simular diferentes alternativas de manejo. Usamos el modelo para evaluar y comparar la tendencia de la población bajo un escenario sin aprovechamiento y un escenario con aprovechamiento. Con el modelo encontramos que al hacer una cosecha del 30 %, las poblaciones responden de forma diferente entre sí. En el Hato Las Taparas la población tiende a decrecer, mientras que en el Hato Miramar las diferencias entre la población cosechada y la población no cosechada son menores.

Palabras claves: Dinámica poblacional, modelo de simulación, cosecha, Stella.

Abstract

We developed a deterministic simulation model representing the population dynamics of wild capybara, using natural birth and death rates as well as annual offtake of individuals in Las Taparas and Miramar ranches located in Paz de Ariporo (Casanare) Municipality. The goal of this research was to provide a technical tool to support the management decision making of the regional environmental agency responsible for the sustainable harvesting and conservation of the species. We designed a model user interface in order

to help the managers to interact with the model, allowing them to build different scenarios and simulate alternative management actions. We used the model to evaluate and compare population trends under different offtake scenarios in two ranches. In these simulations, offtake values varied from none to several percentages of population size. The model predicted that after a harvest of 30 % both populations exhibit a contrasting response. In Las Taparas ranch the population tends to decrease, whereas in Miramar ranch no evident differences occurred between the harvested and non-harvested populations.

Key words: Population dynamics, model simulation, harvest, Stella.

Introducción

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris*, roedor común en las sabanas inundables de Colombia y Venezuela y el Pantanal del Brasil (FAO 1985, Herrera 1999), es una especie de interés por el potencial para su aprovechamiento comercial (Fuerbringer 1974, Parra *et al.* 1978, Alho *et al.* 1989, González-Jiménez 1995, Ojasti 1997, Bernal & Marín 2001, Giraldo & Ramírez 2001, Ramírez 2004). En Colombia, las poblaciones silvestres más abundantes de chigüiros se encuentran en algunas propiedades privadas en las sabanas inundables semi e hiperestacionales de la Orinoquía. En el país, la explotación comercial de chigüiros existe desde 1935 (Ojasti 1973); sin embargo, ésta se realiza principalmente para abastecer los mercados venezolanos, donde el consumo de carne está relacionado a una tradición religiosa (Ojasti 1973, Herrera 1999, Ojasti 2000, Rivas *et al.* 2002).

Aunque en Colombia la caza de chigüiros está vedada temporalmente desde 1969 (Resolución 72 de 1969 del INDERENA), la alta demanda de carne de chigüiro en Venezuela durante la Semana Santa ha llevado a la sobreexplotación y tráfico ilegal de individuos provenientes de las poblaciones silvestres colombianas. La intensa explotación ha oca-

sionando la disminución y en algunos casos extinción local de las poblaciones en varios lugares de la Orinoquía colombiana (Hernández *et al.* 1983, Mones & Ojasti 1986). Aún cuando se establecieron zocriaderos intensivos y semi-extensivos como sistemas alternativos de producción para frenar la disminución de poblaciones silvestres (MMA 2000), la reducción poblacional continúa, debido a las posibles deficiencias en el control de la caza y tráfico ilegal y por los resultados poco exitosos de la zocricría intensiva, lo cual ha llevado a un uso insostenible.

En la actualidad la extracción directa del hábitat natural mediante la caza comercial legal con cuotas de extracción controladas, es contemplada por la autoridad ambiental como un sistema de aprovechamiento para el uso sostenible en los lugares donde las poblaciones de chigüiros aún son abundantes, como en algunos hatos del municipio de Paz de Ariporo en el departamento de Casanare. En este municipio, el interés por el aprovechamiento comercial de la especie, ha llevado a los dueños de hatos a realizar mejoras en el hábitat, y por otro lado a organizarse en asociaciones interesadas en el aprovechamiento sostenible de las poblaciones.

La situación actual, donde converge la necesidad de conservar las poblaciones silvestres, el interés de los pobladores de la zona por su explotación comercial y el interés de las autoridades ambientales por fortalecer la gestión para el aprovechamiento sostenible y la conservación de la especie, es el escenario apropiado para que se establezcan programas de manejo que permitan hacer un uso razonable de las poblaciones silvestres. Sin embargo, el establecimiento de un programa de manejo implica, entre otros, el conocimiento del estado actual de la población (Bolen & Robinson 1995, Strickland *et al.* 1996, Becerra & Guillot 2003), su dinámica y estructura (Ferraz *et al.* 2001) y el análisis de su tendencia (Ojasti 2000), información que en el caso de los chigüiros es escasa, en comparación a lo que se conoce sobre su biología.

La premura de la autoridad ambiental regional por establecer y fortalecer acciones de manejo para recuperar y conservar las poblaciones silvestres de chigüiros y a la vez responder al interés por su aprovechamiento sostenible, llevan a la necesidad de formular herramientas técnicas que permitan evaluar y analizar las tendencias de la población de forma rápida a partir de la poca información disponible sobre las

poblaciones. Una de las herramientas que permite el análisis de los cambios en la tendencia de la población a través del tiempo, son los modelos de simulación.

En años recientes, el número de experimentos con modelos de simulación en la ecología de la vida silvestre se ha incrementado (Weclaw & Hudson 2004), ya que con ellos es posible analizar cómo evolucionan los datos observados a lo largo del tiempo (Aracil 1986). Por esta razón, los modelos de simulación son una herramienta de gran utilidad que le ofrece al investigador, manejador o administrador de un recurso una mejor oportunidad de probar, comprender y analizar el sistema, y así tomar decisiones (Ford 1999).

En este trabajo construimos un modelo de simulación en computador de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros, para analizar la tendencia de su abundancia en dos hatos del municipio de Paz de Ariporo (Casanare), donde actualmente se realizan investigaciones sobre las poblaciones. Para facilitar el uso del modelo diseñamos una interfase que permite la interactividad del modelo con el funcionario encargado de tomar las decisiones de manejo y conservación.

Métodos

El modelo de simulación fue desarrollado para dos poblaciones de chigüiros, cada una localizada en un área de igual tamaño de 3600 ha dentro de los hatos Las Taparás (990 000 a 996 000 m E y 1 106 000 a 1 112 000 m N) y Miramar (994 000 a 1 000 000 m E

y 1 118 000 a 1 124 000 m N)¹, en el municipio de Paz de Ariporo, al nororiente del departamento de Casanare. La zona de estudio se encuentra a una altitud promedio de 300 msnm y se caracteriza por presentar una marcada estacionalidad climática,

1 Coordenadas planas eje este central.

con una época lluviosa de ocho meses entre abril y noviembre y una época seca de cuatro meses de diciembre a marzo (IAvH 2004). Durante la época húmeda debido a las lluvias torrenciales, el suelo se satura y se cubre con una lámina de agua (Cavelier *et al.* 1996) que anega la sabana, mientras que durante la época seca hay una prolongada sequía que causa intensos fuegos naturales y la reducción de las fuentes de agua, aunque en ocasiones permanecen solo algunas lagunas y esteros (Rivas *et al.* 2002). La temperatura media anual es de 26°C y la precipitación varía entre 1500 mm y 2500 mm anuales (IAvH 2004).

En la zona de estudio existen bosques de galería, matas de monte, sabanas arboladas, sabanas limpias y sabanas con pajonales y esteros. De acuerdo con Guzmán (2005), la zona cuenta con un alto porcentaje de hábitat adecuado disponible, es decir hábitat de calidad alta y media para las poblaciones de chigüiros. La competencia con el ganado vacuno no es muy fuerte, ya que éste se encuentra en un sistema de producción extensiva. En esta zona se ha manejado el flujo de agua con adecuaciones mediante la construcción de tapas o diques y la profundización de los esteros naturales (IAvH 2004), las cuales ayudan a la formación y permanencia de cuerpos de agua disponibles para los chigüiros durante todo el año, pero principalmente para la época seca.

Los grandes depredadores naturales del chigüiro como felinos, han desaparecido de la zona de acuerdo a la información de los pobladores. No obstante, se encuentran perros domésticos, cerdos ferales, aves de rapiña y carroñeras como chulos negros o zamuros (*Coragyps atratus*) y caracaras (*Polyborus plancus*) que afectan considerablemente la sobrevivencia de las crías

(Atuesta 2005). La fuerte presión de caza ha sido uno de los factores que más ha incidido en las poblaciones silvestres de chigüiros y afecta principalmente a los individuos adultos. Sin embargo, desde hace más de cinco años, en los sitios de estudio no se extraen individuos para su aprovechamiento comercial debido a que se busca conservar las poblaciones para realizar posteriormente un aprovechamiento de forma legal y sostenible (Atuesta 2005).

Construcción del modelo

Construimos un modelo de simulación determinístico de la dinámica de la población de chigüiros estructurada por categorías de edad, en hatos del municipio de Paz de Ariporo. La estructura del modelo y los parámetros poblacionales fueron iguales para las dos poblaciones evaluadas en este estudio debido a que ambas poblaciones se encuentran en condiciones similares de hábitat y con caza furtiva controlada. Sin embargo, los valores iniciales de abundancia (número de individuos) fueron diferentes para cada población.

Para la construcción del modelo seguimos las etapas teóricas usadas en el análisis de sistemas de acuerdo a Ford (1999) y Grant *et al.* (2001): Desarrollo del modelo conceptual, desarrollo del modelo cuantitativo (formulación), evaluación y uso del modelo. Para correr las simulaciones usamos el programa de computador Stella® 8 para Windows (High Performance Systems Inc., 2004).

En el desarrollo del modelo conceptual y cuantitativo utilizamos observaciones y datos de la abundancia poblacional por edades (número de individuos) y la extensión en hectáreas de los hábitats de acuerdo a

su calidad, obtenidos en la zona de estudio durante la época de lluvias por Atuesta (2005) y Guzmán (2005), respectivamente. Así mismo, utilizamos parámetros de natalidad, mortalidad y capacidad de carga entre otros, encontrados en la literatura y algunos generados a partir de supuestos, con el fin de suplir la carencia de información. Incluimos los elementos más relevantes para representar la dinámica o cambios en el número de individuos de la población de chigüiros como resultado de los procesos biológicos de natalidad y mortalidad, y por el aprovechamiento extractivo anual de individuos adultos.

Incluimos la tasa específica de natalidad, las tasas de mortalidad específica y el tiempo de desarrollo de cada categoría de edad; así como el valor de capacidad de carga, la tasa de aprovechamiento de la población total, y las tasas de hembras adultas y machos adultos a extraer para simular un cosecha selectiva por sexo; y la presencia de adecuaciones para el mantenimiento de las fuentes de agua dentro del hábitat.

El modelo no es espacial, pero asume que la población de chigüiros se encuentra distribuida en tres calidades de hábitat y no hay movimiento de individuos entre ellas. Las calidades del hábitat fueron establecidas para la zona de estudio por Guzmán (2005) como: Alta, media y baja. La calidad del hábitat, referida a la capacidad de un ambiente para proveer la condiciones apropiadas para la persistencia de individuos y poblaciones (Hall *et al.* 1997), fue determinada por Guzmán (2005) teniendo en cuenta la diversidad de coberturas vegetales que ofrecen alimento y refugio a los chigüiros, y los cuerpos de agua, la relación con aspectos antrópicos como la ganadería, y la disposición o arreglo espacial de

los elementos que le brindan a los chigüiros las condiciones óptimas para su sobrevivencia, reproducción y para realizar sus actividades diarias. Para Guzmán (2005), el hábitat de calidad alta fue el que presentó mayor disponibilidad de agua combinada con la presencia de más de dos tipos de coberturas vegetales que le brindan alimento y refugio, mientras que el hábitat de calidad baja fue el que presentó un solo tipo de cobertura vegetal y/o ausencia de agua.

El modelo intenta predecir el comportamiento de la población de chigüiros en un sistema donde asumimos que no hay competencia con otras especies y que la emigración e inmigración son insignificantes o iguales, por lo que la población solo se incrementa por los nacimientos y disminuye por las muertes debida a factores naturales o por el aprovechamiento extractivo. La migración no fue incluida, ya que existe fidelidad de sitio, es decir los individuos se mueven poco y permanecen en el mismo sitio de un año al otro (Camargo 2005) y de una época climática a otra (N. Atuesta, com. pers.), de acuerdo a los estudio del movimiento y evaluaciones poblacionales realizados en la zona.

Utilizamos información biológica cuantitativa proveniente de la evaluación poblacional de chigüiros realizada para la zona de estudio por Atuesta (2005) para la época de lluvias, en cada una de las tres calidades del hábitat determinadas por Guzmán (2005). Aunque en poblaciones de chigüiros se han establecido siete clases de edad a partir de características óseas (Ojasti 1973), para desarrollar el modelo únicamente consideramos las tres categorías o estados de edad relativa (crías, juveniles y adultos) que identifican las personas en la zona de estudio con base en la combinación del tamaño

y peso corporal de los individuos. Atuesta (2005) incluyó los individuos subadultos dentro de la categoría de adultos, debido a que ambos presentan tamaños corporales similares, y a que durante su estudio fue difícil establecer su condición reproductiva.

Debido a la ausencia de información biológica obtenida en campo para estimar los parámetros demográficos, utilizamos la información disponible en la literatura y planteamos algunos parámetros a partir de supuestos. Para establecer la tasa específica de natalidad, tasas de mortalidad específica por edades y la capacidad de carga del hábitat elegimos algunos parámetros publicados por Ojasti (1973), Oikos (2003a) y Bezerra (2004), y realizamos los ajustes necesarios a partir de su interpretación biológica y ecológica.

Una vez identificamos los elementos del modelo conceptual, establecimos las relaciones funcionales y planteamos las ecuaciones de diferencia que relacionan los elementos del modelo y describen las reglas que dirigen la dinámica del sistema (Tipton 1987). Usamos un intervalo de tiempo para las simulaciones en años, con un DT de 0.05. Empleamos un horizonte de tiempo de 20 años, con el fin de observar las tendencias poblacionales a largo plazo. Para los cálculos utilizamos el método de integración de Euler (Ford 1999).

Evaluamos la estructura del modelo, las relaciones representadas en él y la concordancia de su comportamiento con los patrones esperados. Realizamos esta verificación con el fin de comprobar y depurar la existencia de errores en la escritura o de carácter lógico en su formulación (Grant *et al.* 2001). Una vez detectamos los errores, realizamos las respectivas correcciones o ajustes. De-

bido a que en la actualidad no se dispone de información diferente a la usadas en la construcción del modelo, no fue posible evaluar la concordancia entre la curva que representa la serie de tiempo predicha por el modelo y la curva que representa la serie de tiempo para los datos del sistema real. Una vez depuramos el modelo, realizamos un análisis de sensibilidad para evaluar el grado de respuesta o sensibilidad del comportamiento del modelo ante el cambio de algunos de sus componentes importantes (Tipton 1987, Ford 1999, Grant *et al.* 2001).

Uso del modelo: Comparación de escenarios

Usamos el modelo para probar el impacto de una política o alternativa de manejo (Ford 1999, Grant *et al.* 2001) como es la cosecha o aprovechamiento de individuos adultos. Debido a que los residentes de la zona de estudio están interesados en hacer un aprovechamiento comercial de las poblaciones silvestres de chigüiros, realizamos comparaciones de la población bajo un escenario sin aprovechamiento y bajo un escenario de aprovechamiento, para establecer diferencias en la tendencia de la abundancia poblacional. Para ello, comparamos simultáneamente las tendencias de las series de tiempo obtenidas en cada simulación mediante comparación simultánea de curvas de regresión (Sokal & Rohlf 1995).

En el escenario de aprovechamiento utilizamos una tasa de extracción del 30 % de la población total, valor que ha sido empleado por el Servicio de Fauna de Venezuela (Oikos 2003a) y que ha sido considerado como el valor oficial dentro del programa de aprovechamiento comercial de chigüiros en ese país (Ojasti 1997). El aprovechamiento fue simulado sobre los individuos

adultos, ya que en el sistema real estos tienen un mayor interés económico. En la simulación utilizamos una tasa de extracción de hembras de 56 % y una tasa de extracción de machos del 44 %, valores obtenidos por Oikos (2003b) durante el monitoreo al aprovechamiento de chigüiros realizado en tres hatos del municipio de Paz de Aripuro. Realizamos las simulaciones asumiendo que debido a la presencia de adecuaciones para el mantenimiento de agua durante el año, el área de hábitat inicial se mantiene constante en el tiempo.

Resultados

Descripción del modelo

Obtuvimos un modelo determinístico que representa la dinámica o cambio en el número de individuos de la población de chigüiros y permite analizar su tendencia a través del tiempo. El modelo representa una población de chigüiros estructurada por categorías de edad y separada en tres grupos de acuerdo a la calidad del hábitat. Realizamos esta división de la población con el fin de incluir los parámetros de mortalidad y natalidad diferenciados por calidad del hábitat.

Utilizamos el comando ARRAY del programa Stella para facilitar la visualización del modelo en un diagrama simple de arreglos (Figura 1). El comando ARRAY encapsula las estructuras de modelos paralelos y coloca en orden las variables.

El número de crías por calidad de hábitat (Ch) presente en el modelo después de cada iteración o repetición fue obtenido así:

$$Ch_{(t)} = Ch_{(t-dt)} + (nh - mCh - pCh) * dt$$

Interfase del modelo: Simulador de manejo

Diseñamos una interfase interactiva utilizando las herramientas del programa de computador Stella® 8 para Windows (High Performance Systems Inc. 2004). Esta interfase, considerada semejante a un simulador de vuelo, permite que el usuario del modelo ingrese los valores iniciales de las variables o modifique el valor de algunos parámetros usados, con el fin de generar de forma fácil y rápida diferentes escenarios para probar alternativas de manejo.

donde nb es el número de individuos que nacen anualmente por calidad de hábitat, mCh son las crías por calidad del hábitat que mueren anualmente y pCh es el paso de crías a juveniles.

Los nacimientos son determinados por la tasa específica de natalidad, que indica el número de nacimientos por lote de reproductores efectivos, es decir hembras maduras (Ojasti 2000). Así la tasa específica de natalidad anual $nath$ fue definida como:

$$nath = HAh * fHr * nCHAh$$

donde HAh es el número de hembras adultas de la población por calidad del hábitat, fHr es la fracción de hembras activas reproductivamente y $nCHAh$ es el número de crías que una hembra puede tener al año de acuerdo a la calidad del hábitat.

En todas las calidades de hábitat asumimos que de la población de individuos adultos el 46 % (0.46) son hembras y el 54 % (0.54)

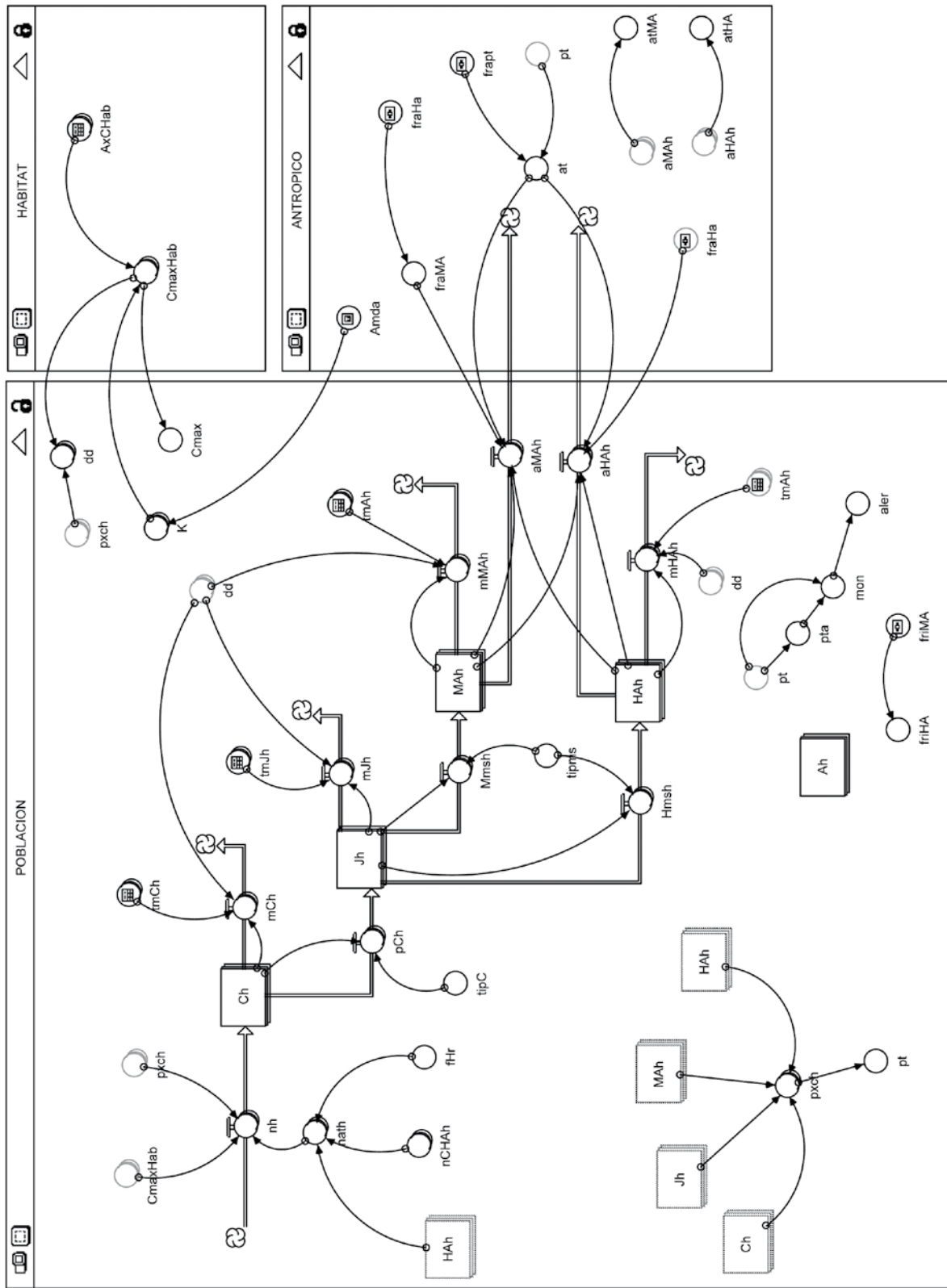


Figura 1. Modelo conceptual que representa la dinámica de la población de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* bajo la influencia de elementos del hábitat y antropicos. La ilustración describe los componentes y las interacciones usadas.

son machos, de acuerdo a lo encontrado por Oikos (2003a) en individuos adultos capturados de poblaciones silvestres en las sabanas inundables de los municipios de Paz de Ariporo, Hato Corozal y Orocué en el departamento de Casanare.

La fracción de hembras activas reproductivamente fue de 0.4676 (46.76 %), valor que Ojasti (1973) reporta como la proporción de hembras preñadas en cualquier momento del año. Usamos este valor para las tres calidades de hábitat. El número de crías por hembra dentro del hábitat de calidad alta lo calculamos teniendo en cuenta que en promedio una hembra puede tener 1.55 partos al año y cuatro crías por evento reproductivo, es decir aproximadamente seis crías al año (Ojasti 1973). Para el hábitat de calidad media asumimos que una hembra tiene cuatro crías al año, mientras que en el hábitat de calidad baja asumimos que una hembra tiene en promedio solo dos crías al año. Planteamos estos valores teniendo en cuenta que en los hábitats donde hay una mayor disponibilidad de recursos para los chigüiros hay un aumento significativo del tamaño de las camadas, además de un mayor peso al nacer y mayor supervivencia de las crías (Giraldo 2002).

La natalidad de chigüiros en grandes encierros de hábitat natural es afectada por la densidad y puede no presentarse nacimientos cuando ésta se incrementa (Ojasti 1978, Ojasti & Sosa 1985). Aunque no existen estudios específicos de denso-dependencia en las poblaciones silvestres de chigüiros en las sabanas inundables colombianas, este factor regulador del crecimiento poblacional fue incluido en el modelo mediante un condicional. Para ello, tuvimos en cuenta que Robinson & Redford (1997), Bodmer (2003) y Siren *et al.* (2003) asumen que la máxima

producción (crías al año) para muchas especies de fauna silvestre neotropical se da cuando la población alcanza el 60 % de la capacidad de carga del lugar. Cuando el tamaño de la población total supere la carga máxima del sitio no se presentarán nacimientos, ya que en densidades muy altas, que superen la capacidad de carga del sitio, las agresiones interfieren con la reproducción, dado que en los sitios de apareamiento algunas parejas de chigüiros no toleran la proximidad inmediata de otros adultos (Ojasti 2000). Para nuestro modelo consideramos la producción solamente en términos del número de individuos y no del tamaño corporal o biomasa.

El número de juveniles **Jb** por calidad del hábitat presente en el modelo después de cada iteración fue calculado por:

$$Jh_{(t)} = (Jh_{(t-dt)}) + (pCb - mJh - Mmsh - Hmsh) * dt$$

donde **pCb** son las crías por calidad de hábitat que pasan juveniles, **mJb** son los juveniles por calidad de hábitat que mueren anualmente, **Mmsb** son los machos que maduran sexualmente y **Hmsb** son las hembras que maduran sexualmente.

El número de machos adultos **MAb** por calidad de hábitat presentes en el modelo después de cada iteración fue calculado por:

$$MAh_{(t)} = (MAh_{(t-dt)}) + (Mmsh - mMAh - mMAh - aMAh) * dt$$

donde **Mmsb** son los machos que maduran sexualmente por calidad de hábitat, **mMAb** son los machos adultos por calidad del hábitat que mueren anualmente, y **aMAb** es el número de machos adultos que son extraídos anualmente de la población para ser aprovechados.

El número de hembras adultas **HAb** por calidad de hábitat presentes en el modelo después de cada iteración fue calculado por:

$$Hah_{(t)} = (HAh_{(t-dt)}) + (Hmsh - mHAh - aHAh) * dt$$

donde **Hmsh** son las hembras que maduran sexualmente, **mHAh** son las hembras adultas por calidad del hábitat que mueren anualmente, y **aHAh** son las hembras que son extraídas anualmente de la población para ser aprovechadas.

Las fracciones de transferencia o el paso de una categoría de edad a la siguiente, fueron determinadas por el tiempo de permanencia en cada una de ellas en vida libre, de acuerdo a lo registrado por Ojasti (1973). Los individuos permanecen como crías en promedio 0,5 años (6 meses) y como juveniles 1.5 años (18 meses) hasta llegar a la madurez sexual la cual se alcanza cuando el individuo completa los dos años de vida.

La categoría de adultos incluye todos los individuos desde los dos hasta los diez años de edad, considerada como la máxima esperanza de vida de los chigüiros en vida libre (Ojasti 1997). En esta categoría de edad no hicimos una discriminación de adultos jóvenes (subadultos), adultos maduros y adultos seniles, debido a que en el sistema real existen dificultades para determinar la edad de los adultos a través de características morfológicas externas de los individuos vivos.

Obtuvimos el número total de individuos de población por calidad de hábitat (**pxcb**) totalizando el número de individuos de las tres categorías de edad. La población total (**pt**) para el área evaluada de 3600 ha la obtuvimos totalizando los individuos de la población por calidad del hábitat mediante la función ARRAYSUM del programa Stella.

No fue posible obtener en campo valores de mortalidad; ni los datos tomados en campo permitieron estimar las tasas de mortalidad de cada categoría de edad por calidad del hábitat. Además, tampoco existe información disponible en la literatura a este nivel de detalle. Sin embargo, en el modelo incluimos los valores hipotéticos de mortalidad (natural y por caza furtiva) teniendo en cuenta que en poblaciones de chigüiros silvestres la mortalidad de las crías es mayor que en los juveniles (Federico & Canziani 2005), y la mortalidad de los adultos es mayor en lugares donde no hay control de la caza furtiva (Ojasti 1973). Así mismo, para el modelo asumimos que la mortalidad es mayor en el hábitat de calidad baja y es menor en hábitat de calidad alta, donde hay una mejor disponibilidad de recursos tales como agua, forrajes y protección contra depredadores, los cuales inciden considerablemente en la sobrevivencia de los individuos más jóvenes (Ojasti 1973 Atuesta 2005).

Al igual que la natalidad, la mortalidad de los chigüiros es afectada por la densidad. Al incrementarse la densidad se presenta una alta mortalidad por el aumento de la depredación y las enfermedades (Schaller & Crawshaw 1981) y por la inanición debido a la disminución de la cantidad y calidad del forraje por acción de pisoteo y pastoreo (Ojasti 1978, Ojasti & Sosa 1985).

Por ello, incluimos un condicional que tiene en cuenta la relación entre el tamaño poblacional y la carga máxima del hábitat, de tal forma que la mortalidad de individuos en cada categoría se incrementa cuando la población supera la capacidad de carga del lugar, regulando así el crecimiento de la población.

En el modelo incluimos un interruptor para indicar la presencia o ausencia de adecuaciones que mejoran y mantienen durante el año la disponibilidad de agua. El interruptor puede encenderse (ON) cuando en la zona existen adecuaciones que por sus características, asumimos son apropiadas para mantener la disponibilidad de agua durante todo el año, en especial durante la época seca. El interruptor puede apagarse (OFF) cuando estas adecuaciones no existen.

Asumimos que la presencia de las adecuaciones podría aumentar la capacidad de carga, ya que este tipo de mejora dentro del hábitat puede atenuar los efectos de los factores limitantes como el agua, recurso necesario para la sobrevivencia los chigüiros.

La capacidad de carga del hábitat para las poblaciones de chigüiros es desconocida en las sabanas de la Orinoquía colombiana. Sin embargo, tomamos como referencia el valor de 2 ind/ha registrado por Agrotec (1999) y el valor de 3 ind/ha registrado por en sistemas semi-extensivos González-Jiménez & Szeplaski (1998).

A partir de estos valores establecimos los siguientes supuestos de trabajo: 1) La presencia de adecuaciones en el lugar incrementa la capacidad de carga del sitio. Esto es apoyado por observaciones en campo de Atuesta (2005) y Guzmán (2005), que indican una mayor densidad de individuos en los sitios donde se han hecho tapas y diques para mantener el agua. Estas mejoras del hábitat prolongan la humedad del suelo y mantiene las pasturas en mejores condiciones nutritivas para la época seca, dando como resultado final el incremento en la capacidad de carga de la sabana (Escobar 1973). 2) La capacidad de carga en los hábitats de calidad media y alta es de 2 ind/ha

cuando en el lugar no existen adecuaciones, y se incrementa a 3 ind/ha cuando hay adecuaciones. 3) La capacidad de carga en el hábitat de calidad baja es de 0.125 ind/ha cuando no existen adecuaciones y se incrementa a 0.25 ind/ha cuando las hay. Estos valores se aproximan al valor de densidad encontrado por Atuesta (2005) en el hábitat de calidad baja en el sitio de estudio. 4) La capacidad de carga no varía con el tiempo. 5) La capacidad de carga del hábitat para chigüiro no es afectada significativamente por la presencia de otros herbívoros como ganado vacuno y caballar, y venados, ya que se asume que estos se encuentran en bajas densidades por tratarse de un sistema productivo semi-extensivo y porque usan diferentes recursos.

El mayor incremento de la capacidad de carga en el hábitat de calidad alta y media obedece que estas calidades conforman el hábitat adecuado disponible para las poblaciones de chigüiros, ya que en ellos se encuentran los recursos indispensables para su sobrevivencia y reproducción (Guzmán 2005), por lo cual esperaríamos que estos lugares soportaran un mayor número de chigüiros. Los anteriores son datos hipotéticos, ya que se desconoce el efecto de las adecuaciones para agua (mejoras ambientales) sobre la capacidad del hábitat para soportar poblaciones de chigüiros.

En el modelo, la tasa de aprovechamiento anual se aplica sobre la población total para obtener el número de individuos a extraer (Ojasti 1997). Sobre este valor se selecciona la proporción de hembras adultas y machos adultos que serán extraídos con el fin de hacer un aprovechamiento selectivo por edad y sexo. El modelo usa por defecto valores de cero en la tasa de aprovechamiento de la población (*frapt*) y tasas de

hembras (*frHA*) y machos adultos (*frMA*) a extraer, para que este valor pueda ser seleccionado por la autoridad ambiental o usuario del modelo encargado de la administración del recurso, a través de los botones de control que se encuentran en la interfase del modelo. Así, esperamos que el encargado de tomar decisiones relacionadas con el manejo y conservación del chigüiro pruebe diferentes alternativas de aprovechamiento y seleccione la más adecuada que no ponga en riesgo biológico la población.

Uso del modelo: Comparación de escenarios

Encontramos diferencias en la tendencia de la abundancia de la población sin aprovechamiento y la tendencia de la población con aprovechamiento del 30 %, tanto para la zona evaluada en el Hato Las Taparas como en el Hato Miramar. Estas diferencias se evidencian al comparar las regresiones lineales de las series de tiempo obtenidas en las simulaciones de los escenarios en Las Taparas (interceptos: $F_{(1,2)} = 1095.94$, $p < 0.05$; pendientes: $F_{(1,2)} = 183.74$, $p < 0.05$) y en Miramar (interceptos: $F_{(1,2)} = 64.50$, $p < 0.05$; pendientes: $F_{(1,2)} = 5.76$, $p < 0.05$).

Cuando en el Hato Las Taparas simulamos un aprovechamiento anual constante del 30 %, la población de chigüiros tiende a decrecer considerablemente hasta estabilizarse en un nivel inferior hacia el final de los 20 años de simulación. Por el contrario, en un escenario sin aprovechamiento la población tiende a crecer y se estabilizarse a partir del segundo año de la simulación (Figura 2A).

En Miramar las diferencias en la tendencia de la población con aprovechamiento y sin aprovechamiento no son tan contrastantes como lo encontrado para el Hato

Las Taparas. Al extraer el 30 % de chigüiros en Miramar la población tiende a disminuir en el primer año, pero en años posteriores se mantiene estable. Cuando no se realiza aprovechamiento, la población decrece en el primer año, pero crece lentamente en años posteriores hasta estabilizarse a partir del séptimo año de la simulación (Figura 2B).

Interfase del modelo: Simulador de manejo

La interfase del modelo esta compuesta por seis ventanas que facilitan el ingreso de la información, la modificación de parámetros y la visualización de los resultados de las simulaciones sin tener que involucrarse con la estructura interna y cálculos del modelo (Figura 3).

En la primera ventana se visualiza las unidades que conforman el modelo. En la segunda ventana incluimos una tabla de entrada de datos con un menú desplegable en donde se puede digitar los valores de abundancia (número de individuos) por categoría de edad y calidad del hábitat. En esta ventana también incluimos un controlador que permite modificar la proporción de sexos en la población adulta y agregamos una tabla de entrada de datos donde se pueden modificar los parámetros de mortalidad por categoría de edad y calidad del hábitat que usamos en el modelo.

En la tercera ventana incluimos una tabla para ingresar las áreas (en hectáreas) según la calidad del hábitat y un controlador que puede activarse o desactivarse para indicarle al modelo si existen adecuaciones del hábitat para mantener el agua en el sitio. La activación o desactivación de este controlador modifica internamente los parámetros dados para la capacidad de carga.

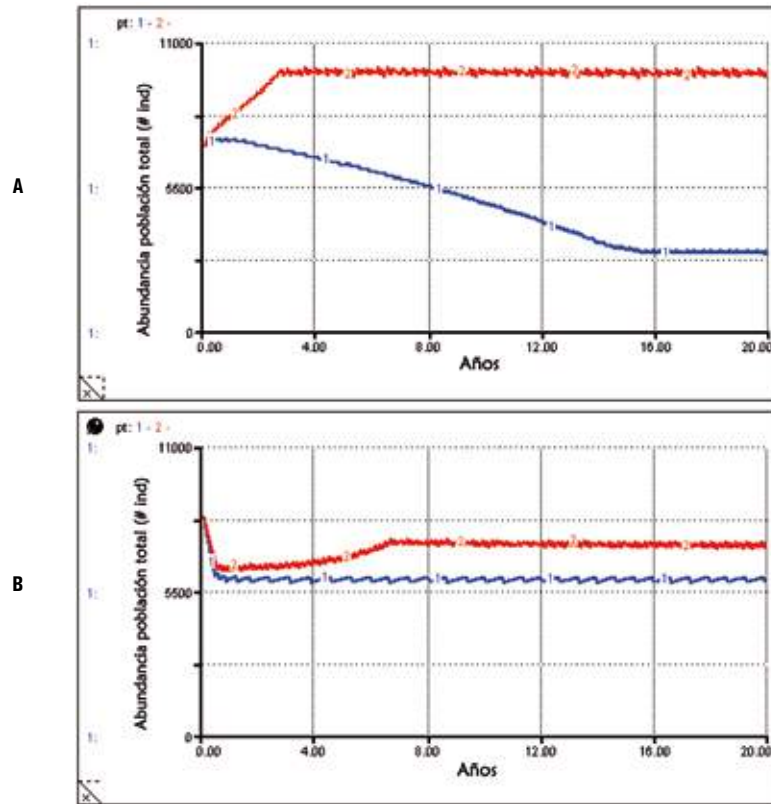


Figura 2. Comparación de los cambios en la tendencia de la abundancia absoluta de población total de chigüiros (número de individuos). 1) Línea azul: Se hace un aprovechamiento extractivo del 30 % de la población total (56 % hembras adultas y 44 % machos adultos), y 2) Línea roja: No se realiza aprovechamiento de la población. A. Población de chigüiros en el Hato Las Taparas y B. población de chigüiros en el Hato Miramar, municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

En la cuarta ventana incluimos una serie de botones que permiten ejecutar la simulación y como resultado se genera una gráfica que muestra la tendencia de la población de acuerdo a la información que se ingresó al modelo. En la quinta ventana incluimos botones y controles que permiten probar diferentes alternativas de aprovechamiento. En esta ventana se puede seleccionar la tasa de aprovechamiento de la población total y la tasa de hembras y tasa de machos que se desean extraer. Una gráfica mostrará simultáneamente los resultados de las distintas opciones de aprovechamiento probadas, con el fin de hacer las comparaciones y seleccionar la más conveniente para mantener la población en un nivel deseado. Finalmente, en la sexta ventana se encuentra

una tabla de salida de datos donde se puede obtener el número de individuos que pueden ser aprovechados, de acuerdo a la última simulación realizada.

En todas las ventanas incluimos los botones que despliegan cuadros de texto con información o instrucciones que orientan la forma de ingresar los datos y el uso de cada control, por lo que el modelo puede ser utilizado fácilmente por cualquier persona. Varios botones permiten la navegación entre las distintas ventanas que conforman la interfase. La interfase fue probada por algunos funcionarios encargados de la gestión de fauna silvestre en la región de la Orinoquía, y observamos que efectivamente es de fácil uso.

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo de simulación propuesto constituye una representación adecuada de la dinámica de la población de chigüiros, en términos del cambio en la abundancia o número de individuos a través del tiempo. Aunque aún no se ha evaluado el modelo con datos de la abundancia poblacional del sistema real diferentes a los usados en su construcción, los resultados son razonables y coherentes a las tendencias poblacionales esperadas a largo plazo para una población de chigüiros cuando no se hace aprovechamiento, ya que las poblaciones analizadas tienden con el tiempo a estabilizarse en el nivel máximo que su ambiente puede sostener.

Aunque la función de regulación de la densidad en poblaciones de chigüiros bajo condiciones naturales no es claramente entendible (Ojasti & Sosa 1985), en el modelo hicimos un acercamiento a partir de lo que se conoce en grandes encierros de hábitat natural. Al incluir en el modelo la densidad-dependencia en las tasa de natalidad y mortalidad como factor regulador, la tendencia de la población sin cosecha se acercó al patrón de crecimiento logístico esperado.

En el modelo se examinan todas las cohortes de la población, se hace una aproximación horizontal, usando datos de todas las categorías de edad en un solo tiempo, asumiendo una estructura estable de edades. El modelo propuesto fue estructurado de tal forma que se aproximara al sistema real hasta ahora conocido. La discriminación de la población en categorías de edad buscó reflejar el ciclo de vida de los chigüiros, teniendo en cuenta la estructura de edades

morfológicas o estados de desarrollo (crías, juveniles y adultos) que se puede diferenciar en el sitio estudiado.

Muchos modelos de la dinámica poblacional de especies faunísticas separan la población en categorías de edad o estados de desarrollo con el fin incluir las tasas de natalidad y sobrevivencia por edad, y en algunos casos determinar el efecto de la cosecha de una edad en particular sobre la dinámica poblacional. Para el modelo de la dinámica poblacional de chigüiros propuesto, la selección de solo tres categorías de edad está acorde con la forma en que las personas de la zona y los funcionarios tomadores de decisiones discriminan o identifican los individuos de la población a través de características morfológicas que son fácilmente diferenciables en campo. Pero no fue posible discriminar los individuos adultos en más subcategorías como es planteado en el modelo matricial de la dinámica de poblaciones de chigüiros desarrollado por Federico & Canziani (2003 y 2005), ya que no se cuenta con información del sistema real a este nivel de detalle.

El modelo matricial de estos autores es importante porque resalta el papel que juegan las diferentes clases de edad en la población y describe de forma simplificada el ciclo de vida de los chigüiros. Sin embargo, este modelo no puede ser utilizado con los datos que se generan en campo en la zona del presente estudio ya que durante las evaluaciones poblacionales basadas en el método de muestreo de distancias o método del transecto lineal no es posible distinguir entre adultos de 3 años y adultos de 5 o más años. La aplicación de este modelo

al sistema real no es clara, debido a que los autores no mencionan la forma de establecer estas edades en campo.

Por otro lado localmente, los ganaderos que aprovechan los chigüiros y funcionarios encargados de su control, quienes respectivamente serán los responsables de realizar las evaluaciones poblacionales y usarán el modelo dentro del proceso para la aprobación de cuotas de aprovechamiento mediante la cacería comercial, no cuentan con métodos de campo que les permita hacer una discriminación de la población a este nivel de detalle.

La separación de la población en clases de edad a un nivel mayor de detalle no puede realizarse fácilmente en individuos vivos. Esto es debido a que las medidas externas de peso y talla de chigüiros solo están relacionadas con la edad durante los primeros 20 meses de vida de los individuos (Ojasti 1973). Pero a partir de los dos años, el peso y la talla no tienen validez para estimar la edad, por lo cual es necesario recurrir a medidas de los huesos craneales y al grado de osificación de las suturas basicraneanas (Ojasti 1973). La alometría en el crecimiento de los huesos craneales permite establecer proporciones métricas que varían con la edad; sin embargo, estas medidas solo son posibles de obtener en animales muertos, es decir en individuos que ya han dejado de ser miembros de la población (Ojasti 2000) por lo cual no puede ser usado para los propósitos del modelo.

Por ello, consideramos necesario desarrollar técnicas de evaluación de la población que permitan hacer la diferenciación de los adultos en más subcategorías de edad, por lo menos entre adultos jóvenes, maduros y seniles, ya que no todos los adultos con-

tribuyen reproductivamente de igual forma. Esto es debido a que la fecundidad de las hembras puede variar en las distintas etapas de la adultez. Ojasti (1973) detectó a partir del estudio de chigüiros muertos, una correlación estadísticamente significativa entre la edad de las hembras y el tamaño de la camada y por consiguiente una menor fecundidad media en las hembras jóvenes. Por el contrario, Federico & Canziani (2005) a partir de datos teóricos plantean de acuerdo a su modelo matricial para chigüiros, que las hembras entre 19 y 36 meses son las más sensibles e importantes en la población por su alto valor reproductivo.

De otra parte, la separación de la población en tres calidades de hábitat, permite que se incluyan en el modelo los parámetros demográficos como mortalidad, natalidad y capacidad de carga de forma independiente para cada calidad. Dado que la abundancia poblacional en ocasiones es función de la calidad y cantidad de hábitat, se espera que los hábitat que ofrecen una mejor calidad favorezcan la sobrevivencia y reproducción y soporten un mayor número de individuos, ya que se ofrecen mejores recursos. Por el contrario, un hábitat de calidad baja tiene una menor capacidad de soporte de individuos y la mortalidad es mayor debido a que recursos importantes para la sobrevivencia son escasos; por ello, se espera que el número de muertes sea mayor.

No se tiene referencia de otros modelos que separen la población específicamente de acuerdo a la calidad del hábitat. Sin embargo, Walters (2001) separa una población estructurada por edades del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un paisaje que tiene diez parches de hábitat que varían de acuerdo al tamaño, productividad primaria y distancia, entre otras características.

El anterior de modelo de simulación meta-poblacional fue construido para examinar el efecto del paisaje y el comportamiento de dispersión en la dinámica poblacional de esta especie. Por otro lado, Weclaw & Hudson (2004) en su modelo de simulación para manejo de poblaciones de caribú de bosque (*Rangifer tarandus caribou*) separan el hábitat en dos grandes tipos. Esto con el fin incluir una capacidad de carga diferente para cada tipo de hábitat y establecer la selección del hábitat que realizan las especies depredadoras y presas incluidas en su modelo, en relación a las características del paisaje.

Consideramos que las estimaciones de los tamaños poblacionales son un factor importante que incide en la utilidad de nuestro modelo para proyectar la tendencia de la población de chigüiros y probar el efecto de las políticas o alternativas de manejo, ya que errores metodológicos en su cuantificación afectarán las decisiones que sean tomadas. Debido a esto, es necesario contar con instrumentos confiables para la estimación poblacional y que sean de implementación rápida y práctica. Errores en la estimación poblacional pueden llevar a la sobreexplotación de las poblaciones. Experiencias de sobreexplotación se han dado dentro del programa de manejo basado en el aprovechamiento sostenible de chigüiros en Venezuela, donde entre 1981 y 1983 se autorizaron grandes extracciones a partir de estimaciones del tamaño poblacional al parecer demasiado optimistas, lo cual llevó a extraer un alto número de individuos que la población no pudo soportar, conllevando a la reducción de las poblaciones en años siguientes (Ojasti 1997). En Colombia se ha realizado aprovechamiento de las poblaciones de chigüiros sin tener la certeza de su tamaño o abundancia, ya que no existen un conteo de individuos o éste no sigue

el rigor de un método ya que en la mayoría de los casos el tamaño de la población se establece con base en apreciaciones de los habitantes locales. Esto ha llevado a que algunas poblaciones hayan sido sobreexplotadas a punto de declinar hasta extinguirse localmente.

La construcción de un modelo puede ser un proceso interminable, ya que cada vez se podrían seguir incluyendo elementos en la medida que se tenga información que reemplace los supuestos de trabajo planteados o se incluyan otros componentes para tener una mejor aproximación al sistema real. Evaluar un trabajo de modelación ecológica no es una tarea fácil, debido a que depende de estimaciones de datos reales que generalmente son imposibles de realizar o son costosos de obtener (Loureiro *et al.* 2003). La calibración del modelo para obtener resultados más exactos podría tardar años. Sin embargo, para el caso de los chigüiros el modelo se podría ir ajustando de acuerdo a los resultados obtenidos al realizar la cosecha, siguiendo el ciclo del manejo adaptativo.

El modelo que proponemos para chigüiro puede resultar de gran utilidad considerando que su finalidad es permitir el análisis de la tendencia de la dinámica de la población bajo diferentes alternativas de aprovechamiento. Es posible que los resultados numéricos como tal no correspondan exactamente a la realidad, pero la tendencia o comportamiento dinámico es razonable. Observar la posible tendencia de la población como respuesta a diferentes políticas o alternativas de aprovechamiento permite dar algunas pautas para el planteamiento o modificación de acciones de manejo que lleven a realizar un uso razonable de las poblaciones y garanticen su conservación. Co-

nocer el patrón de crecimiento de una población conduce a que se pueda estimar una producción sostenible segura (Caughley & Sinclair 1994).

Por otro lado, la interfase que diseñamos hace que el modelo sea una herramienta de gran utilidad ya que puede ser empleado por cualquier persona interesada en la dinámica de las poblaciones de chigüiros y en su aprovechamiento. Son pocos los modelos que representan la dinámica de poblaciones silvestres que incluyen una interfase que le permita al usuario del modelo habilitar o inhabilitar las opciones y manejar controladores para construir escenarios y experimentar con el modelo. Un ejemplo de estos modelos de simulación con una interfase interactiva es el modelo propuesto por Loureiro *et al.* (2003) para la dinámica poblacional de yacarés (*Caiman crocodilus yacare*), el cual le permite al usuario probar diferentes alternativas de cosecha de individuos de diferente tamaño o recolección de huevos, y visualizar la simulación de respuesta. Para el caso específico de poblaciones de chigüiros, Federico & Canziani (2005) diseñaron una interfase especial para su modelo matricial, con el fin que un usuario con un conocimiento elemental de los parámetros vitales de la especie pudiera utilizarlo.

El modelo que planteamos en el presente trabajo responde ante cambios en las políticas o alternativas de manejo, ya que se obtienen diferentes respuestas en cada población analizada al realizarse un aprovechamiento de individuos adultos. De acuerdo a los resultados obtenidos, al simular un aprovechamiento extractivo del 30 %, la población evaluada en el Hato Las Taparas tiende a disminuir dramáticamente, aunque no alcanza niveles cercanos a cero. La tendencia negativa observada en Las Taparas indica que la

población de chigüiros no podría ser aprovechada sosteniblemente bajo este nivel de extracción. Aunque una extracción permanente y a largo plazo de individuos adultos a un nivel de cosecha del 30 % pueda representar mayores beneficios económicos, esta tendría un efecto negativo sobre la población, ya que afectaría su base productiva (Sánchez 2001). Cuando la tasa de aprovechamiento o cosecha supera la habilidad del recurso para recuperarse o reemplazarse, el uso no es sostenible y la población silvestre declinará o desaparecerá (Vickers 1997, King 1999). Una alta ganancia económica en la actualidad puede causar una baja productividad de la población en el futuro.

El porcentaje de cosecha del 30 %, utilizado en el programa de aprovechamiento para chigüiros en Venezuela, es considerado por Moreira & MacDonald (1996) como un alto porcentaje de extracción para poblaciones de chigüiros. Aunque la tasa de reproducción de la especie es alta, la población de Las Taparas no podría recuperarse de una extracción de esta magnitud. En este caso la tasa de cosecha o extracción supera la habilidad de la población para recuperarse o reemplazarse a sí misma. Ante este resultado recomendamos probar tasas de extracción inferiores al 30 % y/o variar la proporción o fracción de machos y hembras a extraer. Otras opciones de cosecha para estas poblaciones pueden ser consultadas en Mesa (2005).

Por el contrario, la población de chigüiros del Hato Miramar podría reponerse a un nivel de cosecha del 30 % anual. Sin embargo, usar una tasa de cosecha constante ignora las variaciones que ocurren año tras año en la mortalidad y natalidad debidas a la estocasticidad ambiental (Franklin & Fritz 1997).

Los resultados del uso de modelo en el análisis o prueba de alternativas de manejo indican que las tasas de aprovechamiento deben ser diferenciales para cada población de acuerdo a su dinámica o variación en el tiempo. Se debe considerar que cada población es única y diferente a las demás, ya que su estrategia demográfica depende de la interacción de las condiciones del hábitat, la densidad poblacional y la interferencia humana entre otros factores (Ojasti 2000).

Para poblaciones de chigüiros se tiene referencia de tres modelos de simulación desarrollados. En 1977, Bone planteó un modelo para simular la explotación comercial de chigüiros en Venezuela (Ojasti 1997). Posteriormente, Federico & Canziani (2003, 2005) construyeron un modelo matemático de la dinámica de poblaciones de chigüiro para el Estero de Iberá en Argentina. Recientemente Maldonado-Chaparro & Blumstein (2008) desarrollaron un modelo simple, para evaluar los efectos de dos aspectos del comportamiento social (el infanticidio de machos y la supresión reproductiva de hembras) bajo diferentes escenarios de cosecha. A diferencia de nuestro modelo en el que simulamos toda la población, Maldonado-Chaparro & Blumstein (2008) tomaron como base la manada estructurada en tres categorías de edad.

Los modelos desarrollados hasta ahora para simular las poblaciones de chigüiros indican que la cosecha de hembras con altos valores reproductivos, es decir entre los 18 y 26 meses afectan significativamente la dinámica poblacional (Federico & Canziani 2005). Así mismo, estos modelos han permitido establecer que el infanticidio de machos y la supresión reproductiva de hembras son comportamientos sociales que afectan la estructura de las manadas bajo diferentes

escenarios de cosecha, y por tanto tienen implicaciones en el manejo de los chigüiros (Maldonado-Chaparro & Blumstein 2008).

El modelo de simulación que proponemos en este trabajo es el primero desarrollado en el país para representar la dinámica de una población de chigüiros como respuesta a la natalidad, mortalidad y aprovechamiento extractivo de individuos. Así mismo, es el primer modelo de simulación para una especie de la fauna silvestre colombiana de interés comercial, que está dirigido a las autoridades ambientales regionales para fortalecer su gestión dentro del aprovechamiento y la conservación.

Los funcionarios encargados de controlar el uso del recurso necesitan herramientas adecuadas que les permitan disminuir la incertidumbre frente a las prácticas de manejo utilizadas, y contar con sistemas de monitoreo que les permita tener certeza del estado de los recursos y su mantenimiento (Becerra 2003). Por ello, el modelo de simulación que desarrollamos para las poblaciones de chigüiros constituye una de estas herramientas de apoyo a la gestión de las autoridades ambientales, en miras de lograr un aprovechamiento sostenible y con ello la conservación de la especie en la región. Sin embargo, las decisiones que se puedan tomar a partir de los resultados generados con este modelo, están condicionadas por la disponibilidad y precisión de la información biológica tal como la estimación del tamaño poblacional; además de los aspectos legales, zoonosanitarios, culturales, políticos y de mercadeo del momento y por la participación y cumplimiento de las obligaciones interinstitucionales.

El proceso de construcción nos permitió identificar las incertidumbres más críticas. Por ello, con el fin de realizar predicciones

de la tendencia de la población más confiables y consecuentes con las condiciones reales del lugar, planteamos la necesidad de desarrollar investigaciones claves en las siguientes áreas:

1. Estimación de tasas de mortalidad de individuos por categoría de edad y por calidad del hábitat. Para conocer con certeza las tasas de mortalidad de los individuos sería necesario desarrollar un sistema de marcaje efectivo, que permitiera individualizar los ejemplares y hacer seguimiento de ellos durante el desarrollo de ciclo vital. Un sistema telemétrico con sensores de mortalidad podría ser usado para esto.
2. Establecer la relación funcional entre la densidad y las tasas vitales de las poblaciones silvestres de chigüiros en la Orinoquía colombiana. Es necesario determinar la relación entre la densidad y la mortalidad y natalidad, ya que ésta es el factor regulador del crecimiento de la población.
3. Evaluar la incidencia sobre la capacidad de carga del hábitat de las adecuaciones para mejorar la disponibilidad de fuentes de agua.
4. Estimar la proporción de sexos de la población adulta en las diferentes calidades del hábitat, ya que esto incide directamente sobre la estimación de las tasas de aprovechamiento o cosecha.
5. Establecer métodos de campo para identificar más subcategorías de edad dentro de la población adulta, dado a que no todos los adultos contribuyen de igual forma en la reproducción.
6. Estimar las tasas mortalidad específica por edades durante la época seca y la época de lluvias con el fin de incluir el efecto de la estacionalidad climática sobre la dinámica de la población y ajustar los niveles de cosecha.
7. Determinar la tasa de reducción del hábitat adecuado durante la época seca con el fin de incluir el efecto de la estacionalidad climática sobre la dinámica de la población.
8. Determinar la capacidad de carga o de sostenimiento de los chigüiros para el lugar durante la época seca y la época de lluvias. Así como la capacidad de carga de acuerdo a la calidad del hábitat

Agradecimientos

La realización de este trabajo fue posible gracias a: 1) Proyecto chigüiro Fase III, convenio especial de cooperación científica y tecnológica No. 72 entre el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y la Universidad de Los Llanos UNILLANOS (2004), con asesoría de la Universidad Nacional de Colombia a través del Grupo de Conservación y Manejo de Vida Silvestre. 2) Proyecto chigüiro Fase IV Convenio Número No. 160-12-02-05-013 entre CORPORINOQUIA y la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia (2005).

Agradecemos especialmente a Pedro Sánchez, Ángela Camargo, Natalia Atuesta y Angélica Guzmán, integrantes del grupo Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

Literatura Citada

- Agrotec. 1999. Capibara: Cría y Cautiverio. Video. Videocasete (VHS) (49 min.). 13 mm.
- Alho, C., Z. M Campos & H. C. Gonçalves 1989. Ecology, social behavior and management of the capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) in the pantanal of Brazil. Pp. 163-194, en Redford, K. H, & J.F. Eisenberg (eds.). *Advances in neotropical mammalogy*. San Hill Crane Press, Gainesville.
- Aracil, J. 1986. Introducción a la dinámica de sistemas. Alianza, Madrid.
- Atuesta, N. 2005. Evaluación de las poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) presentes en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 69-130, en *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Informe final. Villavicencio.
- Becerra, M. T. 2003. Antecedentes. Pp. 21-29, en Becerra, M. T. (ed.). *Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de los recursos naturales in situ*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Becerra, M. T. & G. Guillot. 2003. Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas productivos en condiciones *in situ*. Pp. 163- 183, en Becerra, M. T. (ed.). *Lineamientos para el manejo sostenible de sistemas de aprovechamiento de los recursos naturales in situ*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Bernal, M. H. & R. P. Marín. 2001. Especies promisorias: Pauta metodológica. Serie Ciencia y Tecnología No. 100. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- Bezerra, P. 2004. Crianza racional de capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en Brasil. Pp. 119-134, en Oikos-UNITRÓPICOS (eds.). *Memorias encuentro latinoamericano sobre investigación y aprovechamiento sostenible de Hydrochoerus hydrochaeris*. Yopal, marzo 29-abril 1 de 2004.
- Bodmer, R. E. 2003. Evaluación de la sustentabilidad de la caza en los neotrópicos: El modelo de cosecha unificado. Pp. 252-261, en Polanco-Ochoa, R. (ed.). *Manejo de fauna silvestre en la Amazonía y Latinoamérica*. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá.
- Bolen, E. G. & L. W. Robinson. 1995. Wildlife ecology and management. Prentice Hall. New Jersey.
- Camargo, A. A. 2005. Área de acción y patrón de movimientos de tres manadas de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el Hato Miramar como herramienta de manejo en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Pp.109-130, en Universidad de Los Llanos-UNILLANOS & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare. Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio No. 72. Informe Final. Villavicencio.
- Caughley, G. & A. R. E. Sinclair A. 1994. Wildlife ecology and management. Blackwell Science. Cambridge.
- Cavelier, C., J. Santamaria & M. T. Pulido. 1996. Estructura y funcionamiento de la vegetación de los ecosistemas de sabana en la Orinoquía colombiana. IDEAM. Bogotá.
- Escobar, A. 1973. Diagnóstico técnico económico de la explotación del chigüire (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estudio de un caso. Informe proyecto CONICIT DF-030-S1 (1972-1973). Venezuela.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1985. Manejo de fauna silvestre y desarrollo rural: Información sobre 7 especies de América Latina y el Caribe. Proyecto FAO/PNUMA. FP-G 105-8501. Documento Técnico No 2. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago.
- Federico, P. & G. Canziani. 2003. Modelo de dinámica poblacional de carpinchos (*Hydrochaeris hydrochaeris*) incluyendo cosecha. Pp. 177-183, en Canziani, G., C. Rossi, S. Loiselle & R. Ferrati (eds.). *Los esteros de Iberá*. Informe del proyecto "El manejo Sustentable de Humedales en el Mercosur". Fundación Vida Silvestre. Argentina.

- Federico, P. & G. Canziani. 2005. Modeling the population dynamics of capybara *Hydrochaeris hydrochaeris*: A first step towards a management plan. *Ecological Modelling* 186:111-121.
- Ferraz, K. P. M. B., R. M. F. Santos-Filho, T. R. O. Piffer & L. M. Verdade. 2001. Biología e manejo da capivara: Do controle de danos ao máximo rendimento sustentável. Pp. 580-588, en Mattos, W. R. S. (ed.). *A produção animal na visão dos brasileiros*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, SP.
- Ford, A. 1999. Modeling the environment. An introduction to system dynamics modeling systems. Washintong D.C.
- Franklin, W. L. & M. A. Fritz 1997. Rendimiento sostenido del guanaco de la Patagonia: Es posible o demasiado tarde? Pp. 373-394, en Robinson, J. G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.
- Fuerbringer, B. J. 1974. El chigüiro: Su cría y su explotación racional. *Temas de Orientación Agropecuaria* 99:5-59.
- Giraldo, H. D. 2002. Especies alternas. Importancia de la fauna silvestre en el neotrópico. Caso de estudio: "El chigüire en Venezuela". Pp. 1-10, en *Memorias. XI Congreso venezolano de producción e industria animal*. Valera. ULA, Trujillo, Venezuela.
- Giraldo, H. D. & J. Ramírez. 2001. Guía para el manejo, cría y aprovechamiento sostenible del chigüiro o capibara *Hydrochoerus hydrochaeris* Linneo. Convenio Andrés Bello. Bogotá.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- González-Jiménez, E. & E. Szeplaski. 1998. Manejo y producción de chigüires a nivel de finca. Papeles de Fundacite Aragua.
- Grant, W. E., S. L. Marin & E. K. Pederse. 2001. Ecología y manejo de recursos naturales: Análisis de sistemas y simulación. Editorial Agroamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). Costa Rica.
- Guzmán, A. 2005. Evaluación de los hábitats disponibles para el chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris* durante la época de lluvias en los Municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal (Casanare). Pp. 31- 70, en Universidad de Los Llanos-UNILLANOS y Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. *Fortalecimiento al control y seguimiento a las poblaciones de chigüiro, para la implementación de proyectos de uso sostenible en Casanare, municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal*. Convenio 72. Informe final. Villavicencio.
- Hall, L. S., P. R. Krausman & M. L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25(1):173-182.
- Hernández-Camacho, C. J., R. J. E. Pachón & J. V. Rodríguez. 1983. Evaluación de poblaciones de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA. *Los hatos "Brasilía", "Guamito", "La Aurora", "La Borra", "El Danubio", "La Veremos" y "Mapurisa", Municipio de Hato Corozal, Casanare. Enero de 1983*. Informe final. Bogotá.
- Herrera, E. A. 1999. Comportamiento, conservación y manejo de fauna silvestre: El caso del capibara en Venezuela. *Etología* 7:41-46.
- High Performance Systems Inc., 2004. Stella software.
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2004. Conservación y uso sostenible del chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en el departamento del Casanare. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase II. Bogotá, Colombia.
- INDERENA (Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente). 1969. Resolución 072 del 7 de febrero de 1969 "por la cual se reglamenta la caza del chigüiro". Colombia.
- King, F. W. 1999. Es posible el uso sustentable de la fauna silvestre si este depende del mercado externo Pp. 37-39, en Fang, T. G., O. L. Montenegro & R. Bodmer (eds.). *Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina*. Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica.

- Loureiro, J. A., M. L. Castro & D. A. Rizzotto. 2003. Modelo de dinámica poblacional de yacarés (*Caiman crocodilus yacare*) incluyendo cosecha. Pp. 185-194, en Canziani G. & C. Rossi, S. Loïselle, R. Ferrati (eds.). *Los esteros de Iberá*. Informe del proyecto “El manejo sustentable de humedales en el Mercosur”. Fundación Vida Silvestre, Argentina.
- Maldonado-Chaparro, A. & D. T. Blumstein. 2008. Management implications of capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) social behavior. *Biological Conservation* 141:1945–1952.
- Mesa, E. 2005. Análisis de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) como herramienta de manejo hacia el aprovechamiento sostenible y la conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2000. Zoocría en Colombia. Evolución y perspectivas. Bogotá.
- Mones, A. & J. Ojasti. 1986. *Hydrochoerus hydrochaeris*. *Mammalian Species* No. 264.
- Moreira, J. R. & D. Macdonald. 1996. Capybaras use and conservation in South America. Pp. 88-101, en Taylor, V. J. & N. Dunstone (eds.). *The exploitation of mammal populations*. Chapman & Hall, Londres.
- Oikos. 2003a. Caracterización de las poblaciones silvestres de chigüiro y sus hábitats en las sabanas anegables del departamento de Casanare con miras a formular una propuesta de conservación y uso sostenible. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Oikos. 2003b. Monitoreo biológico al proceso de sacrificio y aprovechamiento de 6800 ejemplares de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*), autorizados por CORPORINOQUIA en cuatro hatos del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, Colombia. Informe final. Gobernación de Casanare-Grupo de Estudios Ecológicos Oikos. Bogotá.
- Ojasti, J. 1971. El chigüire. *Defensa de la Naturaleza* (3): 3-10.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüiro o capybara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela.
- Ojasti, J. 1978. The relation between population and production of the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Ph.D. Tesis. Universidad of Georgia. Athens.
- Ojasti, J. 1997. Explotación humana de capybaras. Pp. 283-301, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura. México.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. F. Dallmeier (ed.). Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
- Ojasti, J. & L. M. B. Sosa. 1985. Density regulation in population of capybara. *Acta Zoológica Fennica* 173:81-83.
- Parra, R., A. Escobar & E. González-Jiménez. 1978. El chigüire: Su potencial biológico y su cría en confinamiento. Informe Anual I.P.A., Universidad Central de Venezuela, Maracay.
- Ramírez, J. 2004. El chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*): Reflexiones acerca de las necesidades de conocimiento y tecnología para la gestión productiva sostenible. Pp. 62-82, en Oikos-UNITRÓPICO. *Memorias Encuentro Latinoamericano sobre Investigación y Aprovechamiento Sostenible de Hydrochoerus hydrochaeris*. Yopal.
- Rivas, J. A., J. V. Rodríguez & C. G. Mittermeier. 2002. The llanos. Pp: 265-273, en Mittermeier, R. A. (ed.). *Wildernesses*. CEMEX, México.
- Robinson J. G. & K. H. Redford. 1997. Cosecha sostenible de mamíferos forestales neotropicales. Pp. 485-501, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.
- Sánchez, P. 2001. Factibilidad ecológica del manejo sostenido de poblaciones silvestres. El caso de un programa de cosecha en vida libre del chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 154-169, en Muñoz, de Hoyos P. (ed.). *Memorias. Primer congreso colombiano de Zoología*. Año 2000. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Schaller, G. & P. G. Crawshaw. 1981. Social organization in a capybara population. *Saugetierkundliche Mitteilungen* 29:3-16.
- Siren, A., J. Machoa & P. Hamback. 2003. Relaciones entre intensidad y cosecha de la cacería en una comunidad amazónica. Pp. 222-238, en Polanco-Ochoa, R. (ed.). *Manejo de fauna silvestre en la Amazonía y Latinoamérica*. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. Third Edition. W. H. Freeman and Company. New York.
- Strickland, M. D., H. J. Harju, K. R. McCaffery, H. W. Miller, L. M. Smith & R. J. Stoll. 1996. Harvest management. Pp. 445-473, en Bookout T. (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats*. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Tipton, A. R. 1987. Modelos matemáticos en la gestión de la vida silvestre. Pp. 223-232, en Rodríguez, R. (ed.). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Vickers, W. T. 1997. Rendimientos y composición de la caza durante diez años en un territorio indígena del Amazonas. Pp. 79-109, en Robinson, J.G., K. H. Redford & J. E. Rabinovich (eds.). *Uso y conservación de la vida silvestre neotropical*. Sección de obras de Ciencia y Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México.
- Walters, S. 2001. Landscape pattern and productivity effects on source-sink dynamics of deer populations. *Ecological Modelling* 143:17-32.
- Weclaw, P. & J. R. Hudson 2004. Simulation of conservation and management of woodland caribou. *Ecological Modelling* 177:75-94.



SECCIÓN V.
ASPECTOS
SOCIOECONÓMICOS
Y CULTURALES

Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Guillermo Quiroga Tapias¹ & Oscar Álvarez-Méndez²

¹ Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

En el sistema tradicional de beneficio de chigüiros, se aplican procedimientos no apropiados, algunos de ellos considerados como crueles. La captura de los chigüiros se realiza con el sistema del “garrotazo”; mientras que el sacrificio y faenado se realiza en el piso, en el mismo sitio de captura de los animales. Estas últimas labores son realizadas por el mismo personal, que montado a caballo se ocupa de golpear los animales, sin dar cumplimiento a ninguna norma técnica, higiénica, sanitaria, ni ambiental. Las carnes provenientes de estos animales se manipulan en forma antihigiénica y se conservan saladas para su almacenamiento y posterior comercialización. Los subproductos, con excepción de las pieles, se tiran a campo abierto como alimento para las aves de carroña, y no se cuenta con procedimientos para el tratamiento de las aguas residuales. Por lo anterior, aplicamos diversas técnicas para el sacrificio y faenado de animales, así como para la evaluación sanitaria de los mismos y el manejo de subproductos y residuos provenientes de esta actividad. Los resultados obtenidos ofrecen a los interesados en el aprovechamiento de esta especie silvestre, procedimientos que favorecen el bienestar de los animales, su manejo humanitario y la obtención, manipulación y manejo higiénico de la carne, para garantizar su inocuidad, como garantía para la preservación de la salud pública.

Palabras claves: Sacrificio, faenado, chigüiro, inspección sanitaria, higiene, producto inocuo.

Abstract

In the traditional slaughter of capybaras, procedures are not properly applied, and some of which are cruel. The capture of capybaras is done with the system of “clubbed” while the slaughter are carried out on the floor, in the same place of capture of the animals. These works are carried out by the same personnel mounted on horse that deals hit the animals, without giving execution to any technical standards, sanitary, health or

environmental. The meats coming from these animals are manipulated in unsanitary form and they are conserved salted for their storage and later commercialization. The by-products, except for the skins, are thrown to open field as food for the scavenging birds and it is not had procedures for the treatment of the residual waters. Therefore, we applied diverse techniques for the slaughter of animals, as well as for the sanitary evaluation of the same ones, and the handling of by-products and residuals coming from this activity. The obtained results offer to the interested ones in the use of this wild species, procedures that favor the well-being of the animals, their humanitarian handling, and the obtaining and hygienic handling of the meat, it to guarantee innocuous products and by-products, as a guarantee for the preservation of the public health.

Key words: Slaughter, capybara, sanitary inspection, hygiene, innocuous product.

Introducción

La caza y sacrificio de chigüiros para la obtención de su carne, se ha realizando tradicionalmente en la Orinoquía colombiana mediante prácticas ancestrales como el “garrotazo”, método utilizado también en Venezuela (Ojasti 1973). Esta práctica de sacrificio, así como la obtención del salón sobre el piso del lugar de captura, no son aceptadas debido a la crueldad que el método implica y a las condiciones antihigiénicas en el manejo de la carne y los subproductos. Recientemente, en el país se están adelantando investigaciones para obtener nuevos conocimientos que favorezcan el establecimiento de la caza comercial del chigüiro como un sistema productivo, sostenible y legal.

Uno de los aspectos considerados en este contexto hace referencia a la necesidad de establecer las buenas prácticas para el beneficio de esta especie. De esta forma, se busca plantear el conjunto de actividades apropiadas para el sacrificio y faenado de los animales, teniendo en cuenta normas técnicas, humanitarias y sanitarias, para

obtener productos y subproductos de buena calidad que cumplan con los requisitos exigidos por los consumidores, la ley y los mercados (Álvarez-Méndez 2006).

En este artículo presentamos los resultados de dos etapas de investigación, que nos permitieron plantear una propuesta técnica con las buenas prácticas en el beneficio de chigüiros, siguiendo un protocolo para su captura, sacrificio y faenado, así como para la evaluación sanitaria de los mismos, y el manejo de subproductos y residuos provenientes de esta actividad. Todo lo anterior, enmarcado en la normatividad sanitaria y ambiental, con el fin de optimizar el aprovechamiento de la especie, asegurando una selección apropiada de los individuos, un tratamiento humanitario de los mismos, y la obtención de productos cárnicos de alta calidad. Dentro de este protocolo, resaltamos la importancia de evaluar aspectos los zoonosológicos de los chigüiros que pueden afectar sus poblaciones naturales y la calidad de los productos.

Las dos etapas de investigación descritas en este artículo hacen parte del proyecto piloto de aprovechamiento de poblaciones

silvestres de chigüiros, desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia (UNAL-CORPORINOQUIA 2006).

Métodos

Este estudio lo desarrollamos en dos etapas. La primera denominada ensayo preliminar, correspondió a los ensayos de diferentes métodos, con el fin de seleccionar los que tuvieran un excelente resultado, para ser aplicados durante una segunda etapa, la cual denominamos prueba piloto.

Todo el estudio fue realizado durante la época de lluvias, en los meses de agosto y octubre. La mayoría de actividades la realizamos en el Hato La Victoria, localizado en la vereda de Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo, en el departamento de Casanare. Este lugar fue seleccionado teniendo en cuenta algunas consideraciones logísticas como presencia de poblaciones silvestres de chigüiros e instalaciones básicas para el beneficio de animales.

El Hato La Victoria está ubicado a una altura aproximada de 300 msnm, y presenta una temperatura promedio de 27 °C. Se encuentra aproximadamente a cuatro horas de viaje vehicular desde la cabecera municipal de Paz de Ariporo. El lugar carece de vías de acceso y su ingreso es posible únicamente en vehículos de doble tracción.

Algunas actividades de la investigación fueron también desarrolladas en la planta de beneficio del municipio de Yopal. Este lugar, utilizado para el beneficio de porcinos, fue seleccionado debido a que cuenta con elementos y condiciones para el beneficio de los chigüiros.

Etapa 1-Ensayo preliminar

Realizamos un ensayo preliminar de los métodos y técnicas que posteriormente serían aplicadas dentro del proyecto piloto de beneficio de animales, esto con el fin de establecer los protocolos de captura y sacrificio de chigüiros dentro del aprovechamiento de sus poblaciones silvestres. En el ensayo preliminar probamos diferentes métodos de trabajo con una muestra pequeña de cinco individuos. En la manipulación de los animales tuvimos en cuenta los criterios básicos conocidos sobre el bienestar animal (Chambers & Grandin 2001).

Durante el ensayo preliminar evaluamos los siguientes aspectos (Figura 1):

- Métodos de captura.
- Sedación química y transporte de los animales vivos hasta una planta de beneficio.
- Tiempos de captura, sacrificio y faenado y toma de muestras para análisis de laboratorio.
- Métodos de insensibilización para el sacrificio de chigüiros.
- Posibles inconvenientes que pudiera presentar la metodología propuesta.



Figura 1. Ensayo preliminar para la estandarización del método de captura, sacrificio y faenado de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **A.** Captura con la técnica de enlazado a caballo. **B.** Selección de los individuos. **C.** Inspección *ante mortem*. **D, E, F.** Transporte del lugar de captura al beneficiadero. **G.** Faenado, cortes de carne en canal. **H.** Inspección *post mortem*.

Captura. En el Hato La Victoria capturamos siete chigüiros con el método tradicional de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004). De este grupo seleccionamos solo cinco individuos, descartando a hembras, animales muy jóvenes o individuos posiblemente enfermos.

Inspección sanitaria *ante mortem*. Inspeccionamos los animales capturados y tomamos muestras de parásitos externos para su posterior análisis. Realizamos el examen *ante mortem* en el mismo lugar donde capturamos los animales.

Sedación y transporte de chigüiros. Después del examen físico de los animales, utilizamos la restricción con Ketamina y Xilazina en diferentes dosis (Tabla 1; Fowler 1986, Muñoz & Montoya 2001, Kreeger *et al.* 2002), con el fin de hacer menos traumático el proceso de transporte hacia la planta de beneficio. Una vez sedados los animales, los introducimos dentro de guacales de diferente tamaño, de acuerdo al peso de los individuos. Recubrimos el piso de los guacales con cascarilla de arroz para disminuir la incomodidad por la superficie resbalosa.

Transportamos los animales en dos vehículos de doble tracción desde el Hato La Victoria hasta la planta de beneficio de Yopal. Durante el recorrido, examinamos periódicamente los animales para monitorear los efectos de la sedación y el transporte.

Sacrificio y faenado. Dentro de la planta de beneficio de Yopal los animales fueron conducidos a la sala especializada para el beneficio de porcinos. Debido a que no existen protocolos para el beneficio de chigüiros, seguimos las recomendaciones expuestas por la FAO para el beneficio de ganado porcino (Quiroga & García de Siles 1994).

El proceso de sacrificio comprende básicamente dos etapas: El aturdimiento o insensibilización y la sangría o degüello. Por otra parte, el faenado comprende el procedimiento de separación progresiva del cuerpo de un animal en canal y otras partes comestibles y no comestibles (Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de la Protección Social), denominadas productos y subproductos.

Tabla 1. Dosis de anestésicos usados, peso y destino de los chigüiros capturados durante el ensayo preliminar de captura, sacrificio y faenado de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare

Individuo	Destino	Peso (Kg)	Farmaco	Dosis (mg/Kg)
1	Consumo	38	Ketamina	5.2
2	Consumo	35	Ketamina	5.7
3	Consumo	25	Xilacina	0.3
4	Consumo	27	No se tranquilizó	-
5	Se liberó	-	No se tranquilizó	-
6	Murió durante el transporte	47	Xilacina	0.2
7	Murió antes del transporte	47	Xilacina	0.19

Para realizar la insensibilización o aturdimiento de los animales utilizamos y comparamos los métodos de la pinza eléctrica a 300 w y la pistola de perno cautivo, recomendados como seguros y humanitarios (Moberg 1985, Grandin 1996). La pinza eléctrica induce un estado epiléptico en el cerebro, el cual debe durar lo suficiente para realizar el desangrado, ocasionando la muerte por anoxia cerebral (Chambers & Grandin 2001). La pistola de perno cautivo es una pistola que dispara un cartucho de foguero, que hace que un pequeño perno metálico se desplace por el cañón y penetre el cráneo del animal. Así se produce una conmoción cerebral, ya que se lesiona el cerebro o se incrementa la presión intracraneal debido al hematoma producido (Chambers & Grandin 2001).

Dos animales fueron destinados para la insensibilizaron con la pinza eléctrica y dos con la pistola de perno cautivo. El quinto animal murió durante el transporte. Para evaluar el estado de inconciencia e insensibilización de los animales tuvimos en cuenta criterios como: pérdida de reflejo corneal y/palpebral, mirada “vacía”, pérdida del reflejo anal, ausencia de vocalizaciones y movimientos involuntarios. Calificamos el efecto del método de insensibilización como excelente, bueno o malo, si el animal presentaba o no alguno de anteriores criterios.

Después de la insensibilización, procedimos a sacrificar los cuatro animales con la técnica del izado (Figura 2), degüello y de-sangrado (MINAMBIENTE 2003). Preparamos las canales siguiendo el proceso tradicional de faenado que consiste en retirar la piel, cortar cabeza y patas, eviscerar y dividir la carcasa (estructura corporal de huesos, músculos y grasa) en dos partes iguales, siguiendo la línea de la espina dorsal (MINAMBIENTE 2003).



Figura 2. Izado de los chigüiros para facilitar su sangrado durante la etapa de sacrificio y faenado. Ensayo preliminar de captura, sacrificio y faenado de chigüiros en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare.

Inspección sanitaria *post mortem*. Realizamos la inspección *post mortem* de todos los animales sacrificados, para ello revisamos y evaluamos cada uno de los órganos con el fin de identificar lesiones o anomalías. Tomamos muestras de los animales que presentaron alguna característica anormal en sus órganos. Los análisis de este componente fueron realizados por Álvarez-Méndez & Barragán (2014a).

Etapa 2-Proyecto piloto

Durante el proyecto piloto, realizado en su totalidad en el Hato La Victoria, aplicamos los métodos exitosos de sacrificio, transporte y faenado de chigüiros, valorados en el ensayo preliminar. Además, en este proyecto piloto recopilamos la información necesaria para la evaluación zoonosológica.

Adecuaciones para el beneficio de los animales. Debido a que requeríamos realizar los ensayos del beneficio de los chigüiros bajo las normas mínimas sanitarias y ambientales, adecuamos las instalaciones con las que cuenta el hato para el beneficio de animales. Esto nos permitió a la vez evaluar las posibles alternativas de diseño de beneficiaderos acordes con las características de la región y a la normatividad. Las adecuaciones consistieron principalmente en la limpieza y desinfección de las instalaciones, la delimitación de áreas de trabajo, la instalación de ganchos y estructuras metálicas para el sacrificio y faenado de los animales, el cubrimiento con anejo para evitar la contaminación por insectos, la ubicación de recipientes para el depósito y transporte de desechos y el cubrimiento con materiales lavables de las superficies para el faenado.

Captura, transporte, sacrificio y faenado. Realizamos la captura de los animales con el método de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004) y con el método tradicional del “garrotazo”, donde los animales son acorralados por personas a pie y posteriormente son golpeados con garrotes o mazos hasta su muerte (Ojasti 1973). Estas actividades fueron desarrolladas durante dos días por cuatro expertos vaqueros de la zona, iniciando la búsqueda de individuos en las primeras horas de la mañana. Las capturas fueron realizadas en lugares cercanos al sitio de beneficio, de tal forma que el transporte de los individuos sacrificados y vivos no excediera los 30 minutos. En esta etapa, realizamos también la inspección *ante mortem* de los individuos capturados.

Con fines comparativos realizamos el sacrificio y faenado de algunos animales en campo y otros en el beneficiadero del hato. Durante el primer día capturamos 20 individuos. Los primeros 10 individuos los

capturamos con el método del enlazado, los insensibilizamos en campo con la pistola de perno cautivo, los sangramos en el mismo sitio de captura y posteriormente los transportamos a la sala de faenado del beneficiadero del Hato La Victoria. Los siguientes 10 individuos los capturamos y sacrificamos con el método tradicional del “garrotazo”, y posteriormente los trasladamos al beneficiadero del hato para realizar su faenado.

Durante el segundo día capturamos 17 chigüiros (15 con el método de enlazado y dos con el método tradicional del “garrotazo”). Los primeros 10 ejemplares que capturamos fueron atados por sus extremidades y trasladados vivos al beneficiadero, donde los insensibilizamos con la pistola de perno cautivo, los izamos y sangramos, y realizamos su faenado. En campo insensibilizamos y sacrificamos otros cinco individuos con pistola de perno cautivo y sangrado, y los llevamos al beneficiadero para su faenado. Finalmente, sacrificamos otros dos individuos con el método tradicional del “garrotazo” y realizamos todo el faenado en campo, extrayendo la lonja de carne del salón.

En resumen, capturamos 37 individuos, de los cuales insensibilizamos y sacrificamos a 25 con la pistola de perno cautivo y con el sangrado. Sacrificamos los restantes 12 chigüiros con el método tradicional del “garrotazo”. En total sacrificamos en campo 27 individuos, de los cuales 25 fueron faenados en el beneficiadero y dos en el campo, en el mismo lugar donde fueron capturados. Llevamos diez individuos vivos al beneficiadero donde fueron sacrificados y faenados.

Transportamos los individuos vivos y muertos en un vehículo de estacas de doble tracción, el cual facilita la movilización entre

sabanas y el cruce de los caños de la zona. Determinamos el tiempo de transporte de los animales vivos y el tiempo de movilización de los animales sacrificados en campo, para calcular la duración máxima entre el sacrificio y el faenado.

De los 35 individuos llevados a las instalaciones del beneficiadero del hato, 30 fueron faenados con la técnica de desuello (separación de la capa de piel del cuerpo) y cinco fueron depilados mediante el mismo procedimiento utilizado para el ganado porcino (Quiroga & García de Siles 1994). Previo a la depilación realizamos el escaldado, método que consiste en sumergir a los individuos en agua a 60 °C durante cinco minutos, con el fin de aflojar las cerdas y facilitar el retiro de las mismas con un cuchillo.

Las canales que obtuvimos en el beneficiadero del hato fueron tratadas por aspersión con una solución de ácido acético al 2 %.

Este procedimiento disminuye la contaminación bacteriana y mejorar la conservación de la carne.

Inspección *post mortem*. Inspeccionamos todos los órganos y las canales de los animales. Tomamos muestras de parásitos intestinales para su posterior identificación en los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia. Los análisis de este componente son detallados por Álvarez-Méndez & Barragán (2014a).

Manejo de residuos. Con el objetivo de hacer una disposición adecuada de los desechos de esta práctica y minimizar las consecuencias ambientales e higiénicas, realizamos un foso cuadrado de aproximadamente 1.5 m, para enterrar todos los residuos. Dentro de los residuos o subproductos consideramos la sangre, las patas, las cabezas, las vísceras y algunas pieles.

Resultados y Discusión

Etapa 1-Ensayo preliminar

La práctica de enlazado funcionó de manera adecuada para la captura de los chigüiros, lográndose capturar siete individuos durante el ensayo preliminar del método. Sin embargo, uno de los chigüiros capturado murió debido al estrés producido por la captura. En este aspecto, observamos que los individuos adultos son más susceptibles al estrés durante la captura, en comparación con demás individuos del grupo. El método de enlazado es el más apropiado para la captura de chigüiros, en comparación al método tradicional del “garrotazo” usado tanto en la Orinoquía colombiana

como venezolana, ya que los animales no se maltratan de manera considerable, y además permite seleccionar los individuos que van a ser sacrificados. Esto es de gran utilidad cuando se piensa en el aprovechamiento sostenible de las poblaciones silvestres, ya que permite seleccionar el grupo de individuos cuya extracción genere un menor efecto sobre la dinámica de la población, por ejemplo solo macho adultos o solo individuos de determinada edad.

El método de captura con enlazado es considerado apropiado para capturar un gran número de chigüiros en una pequeña área (Sallas *et al.* 2004). Sin embargo, es importante

resaltar que la efectividad de este método depende directamente de la habilidad que tengan las personas para enlazar a los animales.

En cuanto al uso de agentes tranquilizantes, observamos una respuesta muy variada de los animales a las dosis de los fármacos utilizados, llegando a causar la muerte de uno de los individuos (Tabla 1). El uso de una dosis anestésica implica la acumulación de fármacos en los tejidos musculares del animal, lo cual no estaría indicado para el consumo humano. Por consiguiente, no se recomienda esta práctica si los animales se van a destinar para el consumo humano.

De otra parte, el transporte de animales es uno de los puntos críticos en el aprovechamiento de chigüiros. En el ensayo prelimi-

nar, el traslado de los animales desde el lugar de captura hasta el lugar de su beneficio tuvo una duración de seis horas. Aunque tratamos de minimizar el tiempo de transporte, y revisamos los animales cada hora para verificar su estado físico, registramos la muerte de un individuo durante esta actividad. Dado que este ejemplar llegó a la planta de beneficio en estado de *rigor mortis*, fue descartado para continuar con el proceso de faenado.

Debido a estos resultados, es necesario realizar el beneficio de los animales en un lugar adecuado dentro del hato, cercano al sitio su captura, para evitar de esta forma el maltrato y muerte precipitada de los animales, lo cual incide en la calidad y en el volumen de carne aprovechable.

Tabla 2. Resultados de la evaluación de las técnicas de insensibilización para el sacrificio de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) durante la etapa de ensayo preliminar. Departamento de Casanare.

Individuo	Método	Acción	Observaciones
1	Pinza eléctrica	Buena	Requiere un tiempo prolongado, se expele un olor a quemado
2	Perno cautivo	Excelente	Efectividad inmediata
3	Pinza / perno	Mala	El animal se reincorporó después de la pinza, se requirió aplicar la pistola
4	Perno cautivo	Excelente	Efectividad inmediata

Encontramos que la pistola de perno cautivo es una técnica certera para la insensibilización de los chigüiros, mientras que la pinza eléctrica a 300 w resultó menos efectiva (Tabla 2). Además el uso de la pinza eléctrica tiene limitaciones en la región, debido a la ausencia de energía eléctrica en los hatos donde se realiza el sacrificio de chigüiros. Así mismo, para que el funcionamiento de la pinza eléctrica sea óptimo, se debe manejar una relación adecuada de amperaje/

voltaje (Grandin 1996). Si no se cuenta con los equipos de calibración necesarios, el uso de este elemento se puede convertir en un acto inhumano y doloroso para el animal. Por esta razón, y de acuerdo con los resultados del ensayo preliminar, la pistola de perno cautivo es un método de insensibilización seguro y humanitario para el sacrificio de chigüiros, por lo cual debe ser usado en el proceso de beneficio. La pistola de perno cautivo es probablemente el instrumento de

aturdimiento más versátil, ya que es apropiado para el ganado vacuno, porcino, ovino y caprino, como también para caballos y camellos (Chambers & Grandin 2001).

Etapa 2-Proyecto piloto

Durante esta etapa logramos capturar 25 individuos con el método de enlazado a caballo, sin que se presentaran inconvenientes. Para tener buenos resultados con este método es necesario contar con la ayuda de cuatro hombres a caballo y con un vehículo para la movilización de personal y equipo.

Observamos que tanto en el ensayo preliminar como en el proyecto piloto, el transporte de animales vivos ocasionó traumatismos, heridas, estrés agudo y la muerte de algunos individuos. Por lo anterior, no consideramos práctico el transporte de animales vivos durante largo trayectos, por lo que el sacrificio tendría que hacerse en el mismo lugar de la captura o muy cerca a él bajo las condiciones apropiadas de higiene, y siempre que el tiempo de evisceración no se prolongue.

En esta etapa, la insensibilización en los primeros animales capturados la realizamos colocando la pistola de perno cautivo en un punto imaginario en el centro su cráneo, de forma similar a como se realiza en bovinos, porcinos y cérvidos. Los animales aunque presentaron una pérdida completa de reflejo corneal, manifestaron una serie de movimientos involuntarios en sus cuatro miembros. De la misma forma, presentaron un sangrado masivo por las fosas nasales y el agujero de entrada del perno en el cráneo, lo que dificultó el adecuado desangrado. Uno de los animales trató de reincorporarse voluntariamente después de la insensibilización.

Como consecuencia de lo anterior, colocamos la pistola de perno cautivo en un punto localizado entre la línea imaginaria formada por las orejas (Figura 3), lográndose un resultado excelente debido a que los animales perdieron la conciencia súbitamente y suprimieron los movimientos involuntarios de las extremidades. Lo anterior, se debe a aspectos anatómicos específicos del sistema nervioso central, como es la localización precisa del cerebro y cerebelo en el cráneo de los chigüiros. Aparentemente, con el traumatismo en este lugar se comprometen directamente las funciones vegetativas relacionadas con el cerebelo y lóbulos posteriores del cerebro. Así, es evidente que la insensibilización es eficiente en este punto, y es un hallazgo importante para el aprovechamiento de esta especie.

Por ello, consideramos que la pistola de perno cautivo es un método humanitario adecuado para la insensibilización de los chigüiros. Éste método produce la rápida inconciencia cuando se aplica en el lugar apropiado, disminuyendo el dolor y sufrimiento innecesarios en los animales objeto de sacrificio.



Figura 3. Ubicación de la pistola de perno cautivo para la insensibilización de chigüiros. La pistola de perno cautivo se coloca en un punto localizado entre la línea imaginaria formada por las orejas.

En campo, el sangrado de los animales insensibilizados con la pistola de perno cautivo, se facilitó por el corte de los vasos sanguíneos del cuello (vena yugular, arteria carótida). Con este método de desangrado, la muerte del animal se produce en un período entre 20 y 30 segundos aproximadamente, disminuyendo así el tiempo entre la insensibilización y la muerte del individuo.

En el beneficiadero utilizamos esta misma técnica de sangrado, aunque los animales fueron izados con el gancho espermancador para asegurar un desangrado completo. A diferencia de los procedimientos realizados en campo, en el beneficiadero tuvimos especial cuidado de seguir las prácticas de aseo e higiene durante el proceso de sacrificio e izado de los animales. Por esta razón el uso de los elementos de protección personal fue riguroso.

Realizamos el proceso de faenado en el beneficiadero para lograr un buen manejo de la carne, independiente del método de cap-

tura, insensibilización y sacrificio de los animales. Excepcionalmente, en dos animales realizamos el faenado de la forma tradicional en campo (es decir sobre el piso), con el fin de comparar la calidad proceso. Encontramos que el faenado izando el animal facilita el sangrado, el desuello y la evisceración. Así mismo, facilita la evacuación y el tratamiento de los subproductos y reduce los riesgos de contaminación del producto y de la planta de beneficio, situación contraria que se presenta cuando el faenado se hace sobre el piso, en el lugar de captura (Tabla 3).

Durante el faenado preparamos y cortamos la canal aplicando las técnicas que se utilizan para porcinos y caprinos (Quiroga & García de Siles 1994). Obtuvimos canales en buen estado, con apariencia agradable, buenas masas musculares, de excelente conformación y engrosamiento localizado en los costillares y flancos y sin grasa dorsal. Sin embargo, fue necesario hacer algunos decomisos debido a la presencia de abscesos en diferentes sitios de la canal y a

Tabla 3. Diferencias entre el sacrificio y faenado de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) con el animal en el piso (método tradicional) y con el animal izado (colgado) en el beneficiadero

Desventajas del proceso con el animal en el piso	Ventajas de la matanza con el animal izado (colgado)
- Mayor riesgo de contaminación de la carne	- Menor riesgo de contaminación de la carne
- Mala sangría del animal y mayor riesgo de contaminación del producto	- Mejor sangría
- El desuello y la evisceración son difíciles y anti-higiénicas	- Facilidad para el desuello y la evisceración
- Dificultad para el manejo de los desechos y subproductos	- Facilidad para la evacuación y tratamiento para desechos y subproductos
- No es viable una buena inspección sanitaria de la carne y los subproductos	- Facilita un buen aseo de la planta
- Dificulta un buen aseo durante la matanza	- Administrativamente es más eficiente
- Genera contaminación ambiental	- Se reduce la contaminación de la planta
- Afecta la inocuidad del producto y la seguridad sanitaria de los operarios	- Menor riesgo para el operario y para los consumidores

una alta carga parasitaria, lo cual enfatiza la importancia de realizar una evaluación o inspección sanitaria, principalmente *post mortem*. Con la técnica de depilado, obtuvimos canales con buena presentación, y altos rendimientos en canal, ya que la piel actúa como una barrera contra la contaminación. Así mismo, con esta técnica se obtiene un mayor rendimiento. Los subproductos obtenidos fueron enterrados.

Evaluación sanitaria de los animales

Tanto en el examen *ante mortem* como en el *post mortem* del ensayo preliminar y del proyecto piloto, detectamos patologías en los individuos, que indicarían que puede presentarse un alto porcentaje de animales enfermos en vida silvestre.

Durante la inspección *ante mortem* de los individuos observamos en su cuello la presencia de un abultamiento, denominado por los pobladores de la zona como “coto”. Esta es una patología que también ha sido registrada en algunas poblaciones silvestres en Casanare (IAvH 2003) y Arauca (Aldana-Domínguez *et al.* 2002). Durante su disección para la biopsia, hallamos una masa esférica de superficie irregular y consistencia dura al tacto, con una capsula engrosada de tejido conectivo, pletórica en su totalidad con material purulento en proceso de caseificación, lo cual demuestra la antigüedad del proceso y su carácter infeccioso. Aldana-Domínguez *et al.* (2002) asocian esta patología a una infección bacteriana, aunque no se han hecho estudios que comprueben esto. Además de esta enfermedad, en algunas poblaciones de chigüiros silvestres del departamento de Casanare se han encontrado individuos con síntomas de derrengadera (IAvH 2003), enfermedad mortal producida por un Tripanosoma (Ojasti 1973).

En la inspección *ante mortem* obtuvimos los valores de las constantes fisiológicas de temperatura rectal, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca (Tabla 4). La mayoría de los individuos observamos membranas mucosas rosadas y húmedas. Solamente en cinco animales observamos membranas mucosas congestionadas. Sin embargo, no identificamos ninguna anomalía con respecto al estado general de los animales como secreción nasal, orina o heces de apariencia anormal, ni traumatismos considerables (ver Álvarez-Méndez & Barragán 2014b).

Encontramos en todos los chigüiros capturados una alta infestación de garrapatas de las especies *Amblyomma cajennense* y *Amblyomma maculatum* (Figura 4), las cuales se encontraban en diferentes estados de desarrollo biológico. Un hallazgo importante fue la ausencia de garrapatas ingurgitadas sobre la superficie de los animales. Por el contrario, observamos grandes cantidades de estadios larvarios tempranos (llamados localmente “coloraditos”) en la piel de párpados, orejas y ano de los animales.

Las garrapatas son ectoparásitos frecuentes en el ganado vacuno de la región, lo cual indica la posibilidad de transmisión de parásitos entre estas especies. Este tipo de garrapatas también puede parasitar al hombre, aunque lo hacen con frecuencia en estado larvario, denominados comúnmente como “coloraditos”.

En la inspección *post mortem* observamos que algunos chigüiros presentaron hemorragias severas y localizadas en los músculos de los miembros posteriores, al parecer de origen traumático, posiblemente producidas por intentos de capturas anteriores. Los hallazgos *post mortem* se encuentran detallados en Álvarez-Méndez & Barragán 2014a).

Tabla 4. Constantes fisiológicas de chigüiros silvestres *Hydrochoerus hydrochaeris*, en estado de actividad. Departamento de Casanare. Pulsaciones por minuto (ppm), respiraciones por minuto (rpm), media (\bar{X}), desviación estándar (D.E.), límite inferior (xi), límite superior (xs). Fuente: Álvarez-Méndez & Barragán (2014b).

Parámetro	\bar{X}	D.E.	xi - xs
Temperatura (°C)	38.35	1.23	36.4 - 40.2
Frecuencia cardíaca (ppm)	144.2	20.23	100 - 172
Frecuencia respiratoria (rpm)	66.2	22.35	38 - 130

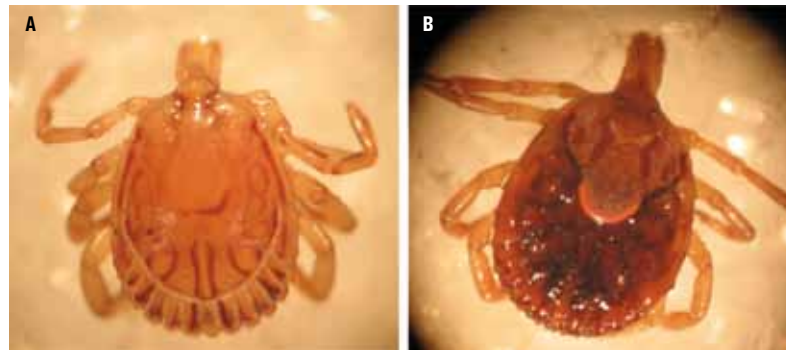


Figura 4. Garrapatas encontradas en la población de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) durante la inspección *ante mortem*. Hato La Victoria, municipio Paz de Ariporo, Casanare. A. *Amblyomma cajennense*. B. *Amblyomma maculatum*.

Protocolo de captura, sacrificio y faenado de chigüiros para su aprovechamiento sostenible

Recomendaciones preliminares. Para realizar el aprovechamiento comercial de las poblaciones silvestres de chigüiros se debe cumplir con unos requisitos legales tanto ambientales como sanitarios, y seguir las recomendaciones que se mencionan a continuación.

Aspectos normativos. Las principales normas que regulan el proceso el aprovechamiento y beneficio de animales silvestres para el consumo humano, son las siguientes:

1. Ley 9 de 1979 (Ministerio de Salud 1979). Código Sanitario Nacional, el cual hace referencia a los mataderos, la

inspección *ante mortem*, el sacrificio, la inspección *post mortem* y el transporte de carnes.

2. Decreto 1036 de 1991 (Ministerio de Salud 1991), el cual hace referencia a las plantas de beneficio.
3. Decreto 3075 de 1997 (Ministerio de Salud 1997). Reglamenta parcialmente el Código Sanitario Nacional (Ley 09 de 1979) y establece las Buenas Prácticas de Manufactura BPM, es decir, las acciones orientadas a garantizar la sanidad e inocuidad de los alimentos para garantizar su calidad y seguridad. Hace referencia al procesamiento, transporte y almacenamiento de alimentos.
4. Decreto 60 de enero 2002 (Ministerio de Salud 2002). Promueve la aplicación del

Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico- HACCP.

5. Decreto 2270 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social. Incluye lo relacionado a la aplicación del Decreto 1500 de 2007 en especies silvestres.
6. Decreto 2811 de 1974. Código de los recursos naturales y de protección al medio ambiente.
7. Decreto 1608 de 1978. Referente a los recursos naturales y medio ambiente en materia de fauna silvestre.
8. Ley 611 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT 2000). Referente al manejo sostenible de fauna silvestre y acuática.
9. Decreto 4688 de diciembre de 2005 (MAVDT 2005). Referente a los recursos naturales renovables y la protección del medio ambiente, en materia de caza comercial.
10. Resolución 1292 de junio de 2006 (MAVDT 2006). Referente a los estudio de impacto ambiental para las actividades de caza comercial.
11. Decreto 2820 de 2010 (MAVDT 2010). Referente a las licencias ambientales.

Licencia ambiental. Para hacer el aprovechamiento legal del chigüiro, se debe contar con la licencia ambiental que autorice la práctica de esta actividad. Esta debe ser expedida por la autoridad ambiental regional, una vez se hagan los estudios previos.

Planta de beneficio. Uno de los requisitos para acceder a la licencia ambiental es contar con una planta de beneficio que cumpla con los requerimientos normativos, que garanticen la inocuidad y calidad de la carne y subproductos comestibles.

Inspección sanitaria. Constituye una exigencia obligatoria para la comercialización de carne, cuyo propósito principal es asegurar que los productos comestibles sean aptos para el consumo humano.

Capacitación del personal. Se debe contar con un programa de capacitación dirigido a todo el personal que esté vinculado en las diferentes etapas del proceso de aprovechamiento de los chigüiros, desde la producción o captura de los animales hasta la transformación y comercialización del producto. La capacitación del personal es necesaria, ya que existen actividades que requieren de una habilidad particular por parte del operario. Por ejemplo, la captura de los chigüiros solo puede ser realizada efectivamente por una persona con experiencia en montar a caballo, arrear ganado y saber enlazar al galope. Así mismo, todos los operarios deben tener conocimiento sobre las Buenas Prácticas de Manufactura en el beneficio de animales para consumo humano.

Buenas prácticas recomendadas para el beneficio de chigüiros. A continuación presentamos las alternativas que se consideran para el beneficio de chigüiros:

Alternativa 1. Sacrificio en campo y faena en planta (canales sin piel). El proceso consiste en realizar la captura de los animales con enlazado a caballo, insensibilizarlos en el campo mediante el uso de la pistola de perno cautivo y practicar el sangrado en el mismo sitio de captura de los animales.

Los chigüiros se transportan en grupos a la planta de beneficio, donde se inicia el proceso de faenado, para lo cual el animal debe colgarse de sus patas mediante el uso del gancho espernancador y se procede inmediatamente a la extracción de la víscera blanca. El proceso de beneficio continúa en forma normal, mediante la extracción de los demás subproductos, incluida la piel, hasta la obtención de la canal.

Alternativa 2. Sacrificio en campo y faenado en planta (canales con piel). El sacrificio se realiza en forma similar a la descrita en la alternativa 1. Los animales se transportan a la planta beneficio y se depositan en la tina de escaldado, con el propósito de favorecer la apertura del folículo piloso y por consiguiente, la obtención del pelo. Para ello, el animal debe colocarse sobre la correspondiente mesa de depilado, donde se extraerá el pelo con ayuda de cuchillos. Después de extraído el pelo, se coloca el gancho espernancador en sus patas y se ubica el animal colgado en el riel, para continuar con el proceso de faenado.

Alternativa 3. Sacrificio y faenado en planta. Se realizará cuando los animales se trasladen vivos a los corrales, donde se les practicará la correspondiente inspección sanitaria *ante – mortem*. Se lavarán y conducirán a un pequeño cajón de insensibilización que debe estar ubicado en el área de sacrificio de la planta.

Para el proceso de sacrificio se utilizará la pistola de perno cautivo. El faenado se hará en forma similar a lo descrito en las alternativas 1 y 2.

Actividades preliminares para el beneficio de chigüiros. Para el beneficio humano de chigüiros, se debe contar con

equipos e implementos apropiados y aplicar procedimientos que aseguren el bienestar de los animales y eviten su sufrimiento.

Para la captura, sacrificio y faenado de los animales se recomienda contar con:

1. Un vehículo (camioneta preferiblemente) con doble tracción, adecuada para el transporte individual de los animales en guacales o divisiones individuales.
2. Suficiente número de equinos.
3. Manilas o lazos para la captura y el manejo de los animales.
4. Pistola de perno cautivo y cartuchos.
5. Báscula.
6. Las instalaciones deben estar adecuadas con ganchos para el izado, sacrificio y faenado de los animales. Las instalaciones debe tener mesones adecuados para el deshuese y corte de la carne. Así mismo, debe tener una zona destinada para la inspección sanitaria de las canales y las vísceras.
7. Se debe contar con suficiente cantidad de agua potable, de acuerdo con los volúmenes de sacrificio.
8. Los implementos para el proceso incluyen cuchillos para el sacrificio, desuello, corte de carne y deshuese; portacuchillos; afiladores; ganchos de deshuese; sierra manual o segueta para dividir las canales; y tablas de picar.
9. La indumentaria adecuada para los operarios debe incluir botas de caucho, overol color claro o ropa desecha-

ble, guantes de caucho, tapabocas, delantal lavable color claro y gorro o casco protector.

Higiene de planta de beneficio y preparación de las instalaciones. Es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones de higiene para el beneficio de los chigüiros:

1. Las instalaciones se deben limpiar y desinfectar antes y después del beneficio de los animales.
2. Durante el proceso, las superficies manchadas con sangre y grasa se deben enjuagar permanentemente.
3. Los implementos de trabajo se deben mantener limpios y se contará con un recipiente con una solución desinfectante cerca del sitio de trabajo.
4. Las botas se deben lavar y se debe mantener el recipiente o lavabotas con una solución desinfectante para ser utilizado antes del ingreso a la planta.
5. Antes del inicio de las operaciones de beneficio, durante las mismas y al final, se deben lavar y desinfectar las manos y los guantes.
6. Para contribuir a la higiene de la carne, se recomienda aplicar a las canales una solución de ácido acético al 2 % por aspersión después de ser lavadas.

Protocolo de buenas prácticas para el beneficio de chigüiros. A partir de los resultados obtenidos tanto en el ensayo preliminar como en el proyecto piloto, sugerimos tener en cuenta el siguiente protocolo de buenas prácticas para el beneficio de los chigüiros.

Captura de los chigüiros

1. Los operarios a caballo, deben salir acompañados por el vehículo que realizará el transporte.
2. El tiempo de recorrido desde el lugar de captura hasta la planta de beneficio debe ser lo más corto posible (no más de 40 minutos).
3. Los animales se capturan utilizando el método tradicional de enlazado a caballo.
4. Una vez tenga atrapado el animal, éste se debe mantener inmóvil para que no sufra maltrato.
5. El animal se sujeta firmemente del cuello (sin presionar la garganta) para evitar lesiones por mordidas.
6. Para hacer la revisión y selección de los individuos, se tumba al animal sobre un costado y una vez en el piso, se sostiene firmemente ejerciendo presión sobre su cuerpo y cuello.

Selección de los individuos

1. Con el animal en el piso, se identifica el sexo en el pliegue genital. Si es hembra (preñada, lactante o no) se descarta; si es macho, se procede al siguiente paso.
2. Se inspecciona el estado corporal del animal. Se observa si presenta heridas, parásitos, golpes, abscesos o alteraciones que indiquen que el animal se encuentra en mal estado de salud. Si es así, se descarta y se captura otro individuo.

Transporte

1. Primero se le coloca un bozal al animal con la ayuda de un lazo. Se asegura con un nudo que se pueda soltar fácilmente y se deposita dentro del guacal de transporte o el vehículo acondicionado para este fin.
2. Si dispone de varios lazos, se mantiene el bozal en el animal, ya que esto facilitará su descargue para introducirlo a la planta de beneficio.
3. Se debe procurar que el tiempo entre la captura del primer animal y el último no sea muy prolongado, ya que los primeros tendrían que esperar largo tiempo y podrían morir a causa del estrés de la captura.
4. Una vez se haya completado el cupo del vehículo, se conducen con cuidado los animales a la planta de beneficio, evitando así el maltrato por el transporte.
2. Mientras dos personas sujetan firmemente al chigüiro, otra coloca la pistola de perno cautivo sobre el cráneo en la línea media, en el centro del espacio entre las orejas (Figura 3).
3. Cuando el animal esté inmóvil, se dispara con rapidez.
4. Se verifica que el animal este completamente insensibilizado: No debe haber manifestación de movimientos voluntarios, el animal no parpadea, presenta una mirada “vacía”; y no debe emitir ningún sonido.
5. Si el animal esta conciente, se practica otro disparo.

Descargue de animales

1. Una vez que arriban los animales a la planta de beneficio, se descargan cuidadosamente a medida que vayan siendo sacrificados.
2. El área de insensibilización debe estar libre para el descargue de los animales.

Sacrificio

Insensibilización

1. Cuando el animal se ha ubicado en el área o cajón de insensibilización, se coloca el fulminante en el dispositivo de la pistola de perno cautivo. Nunca se debe dejar la pistola de perno cautivo cargada.

Izado

1. Se colocan los ganchos de izado en las extremidades posteriores y se procede al izado.

Sangrado

1. Después de izado el animal, con un cuchillo se practica un corte firme y profundo sobre su cuello (sobre la vena yugular, arteria carótida), por detrás de la mandíbula inferior y se permite que evacue la mayor cantidad de sangre posible. El animal muere por anemia.
2. La sangre se recoge en un recipiente de acero inoxidable o de plástico para ser llevada al sitio correspondiente de la planta para su posterior aprovechamiento.
3. Terminada la sangría, el animal se debe lavar para retirar la sangre de escurrido.

Faenado. De acuerdo con la alternativa definida para el faenado se procederá como sigue:

a) Cuando se retira la piel. Se aplica el procedimiento normal usado para el ganado bovino (Quiroga & Maldonado 2005).

1. Corte de manos y cabeza. Manteniéndose el animal izado, con la ayuda de un cuchillo, se retiran las extremidades anteriores y se disponen en un recipiente. Seguidamente, se retira la cabeza, a partir del corte que se efectuó para la sangría, seccionando las vértebras que unen a ésta con el cuello. Los diferentes subproductos se deben colocar en sitios preestablecidos, con el fin de ser lavados, inspeccionados y ubicados en sus respectivos lugares.

2. Anudación del recto. Se debe ligar el recto con una piola o banda elástica, lo cual evita la contaminación posterior de la canal con materias fecales en el momento de retirar la víscera blanca (estómagos e intestinos). Se recomienda el uso de una bolsa de plástico para introducir la parte final del recto antes de su anudación.

3. Desuello. Consiste en retirar la piel del cuerpo del animal con la ayuda de un cuchillo, preferiblemente curvo, a partir de la región posterior hacia abajo para evitar la contaminación de la carne por el agua de escurrido.

4. Corte del esternón. Se hace una incisión en la línea blanda del pecho con un cuchillo, se introduce una sierra manual por encima del esternón y se corta hacia abajo.

5. Eviscerado. Este proceso consiste en separar del animal los órganos genitales, las vísceras blancas y las rojas. Estos órganos deberán ser inspeccionados antes

de ser conducidos a los sitios de proceso o de eliminación.

6. Inspección sanitaria de la canal. Ésta importante labor debe ser realizada por un inspector autorizado, con el fin de definir el estado sanitario de la canal y decidir si el producto es apto para el consumo humano.

7. Lavado y desinfección de las canales. Esta práctica se realiza mediante la aplicación de agua limpia, lo cual permite retirar las suciedades que hayan podido impregnar la canal durante el proceso de faenado. Posteriormente, se aplica a la canal una solución de ácido acético o láctico al 2 %, por aspersion y se permite el oreo.

b) Cuando no se retira la piel

1. Escaldado. El objeto del escaldado es ablandar la piel para facilitar el depilado del animal. Para tal efecto, se recomienda sumergir el animal en agua a una temperatura entre 63 y 65 °C hasta cuando el pelo se desprenda con facilidad.

2. Depilado. El depilado se realiza en forma manual, auxiliados con cuchillos o mediante el uso de máquinas depiladoras. Con el fin de darle una buena presentación a la canal, se debe retirar el pelo en su totalidad.

3. Izado. Para facilitar las demás operaciones de faenado, se coloca el gancho espernacador y se iza el animal por los miembros posteriores y se procede a la práctica de la evisceración y demás procesos descritos anteriormente.

Siguiendo los anteriores pasos es posible obtener un producto de calidad, apto para el consumo humano, ya que cumple con las normas sanitarias.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005).

Literatura Citada

- Aldana-Domínguez, J., J. Forero, J. Betancur & J. Cavellier. 2002. Dinámica y estructura de la población de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris* Rodentia: Hydrochaeridae) de Caño Limón, Arauca, Colombia. *Caldasia* 24(2):445-458.
- Álvarez-Méndez, O. 2006. Métodos adecuados de sacrificio y faenado del chigüiro. Cartilla 4. Pp. 4.1-4.30, en Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. *Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquía colombiana. Guía de capacitación*. Universidad Nacional de Colombia-CORPORINOQUIA. Bogotá.
- Álvarez-Méndez, O. & K. Barragán. 2014a. Estudios microbiológicos e histopatológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 211-223, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Álvarez-Méndez, O. & K. Barragán. 2014b. Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos y de química sanguínea en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 185-195, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Chambers, P. G. & T. Grandin. 2001. Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock. RAP Publication (FAO) No. 2001/4. Regional Office for Asia and the Pacific; Humane Society International, Washington.
- Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974 “por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Colombia.
- Decreto 1608 del 31 de julio de 1978: Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Colombia.
- Fowler, M. 1986. Zoo and wild animal medicine. Second edition. W.B Saunders Company. USA.
- Grandin, T. 1996. El bienestar animal en las plantas de faena. Pp. 22-26, en *American association of bovine practitioners, proceedings*. Departamento de Ciencia Animal. Colorado State University. Fort Collins, Colorado.
- IAvH (Instituto Alexander von Humboldt). 2003. Evaluación del estado actual de las poblaciones silvestres de chigüiros (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y los hábitats asociados en los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en el departamento de Casanare. Informe Final convenio 07. Instituto Humboldt-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Informe Final. Fase I. Bogotá, Colombia.
- Kreeger, T., J. Arnemo & J. Raath. 2002. Handbook of wildlife chemical immobilization. Wildlife Pharmaceuticals Inc, Fort Collins, Colorado.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2005. Decreto 4688 del 21 de diciembre de 2005 “por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial”. Colombia.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial). 2006. Resolución 1292 del 30 de ju-

- nio de 2006 “por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para las actividades de caza comercial”. Colombia.
- MINAMBIENTE (Ministerio de Medio Ambiente). 2000. Ley 611 del 17 de agosto del 2000 “por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática. Colombia.
- MINAMBIENTE (Ministerio del Medio Ambiente). 2003. Guía ambiental para plantas de beneficio de ganado. Bogotá.
- Ministerio de la Protección Social. 2007. Decreto 1500 del 4 de mayo de 2007 “por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1979. Ley 9 del 24 de enero de 1979 “por el cual se dictan Medidas Sanitarias”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1991. Decreto 1036 del 18 de abril de 1991. “por el cual se subroga el Capítulo 1 del Título 1 del Decreto Número 2278 de agosto 2 de 1982”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1997. Decreto 3075 de 1997 “por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 2002. Decreto 60 del 18 de enero 2002. “por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico- HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación”. Colombia.
- Moberg, G. P. 1985. Biological response to stress: Key to assessment of animal well-being. Animal Stress. American Physiological Society, Maryland.
- Muñoz, K. & G. E. Montoya. 2001. Valores hemáticos del ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en cautiverio en la Amazonía peruana. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 12(1):63-70.
- Ojasti, J. 1973. Estudio biológico del chigüire o capibara. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. FONAIAP. Editorial Sucre. Caracas.
- Quiroga, G. & M. Maldonado. 2005. Manual de buenas prácticas para la producción y obtención de la piel de ganado bovino. Asociación Nacional de Empresarios ANDI y PROEXPORT. Bogotá.
- Quiroga, G. & J. L. García de Siles. 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal.120. Roma.
- Salas, V, E. Pannier, C. Galindez, A. Gols & E. A. Herrera. 2004. Methods for capturing and marking wild capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Venezuela. Wildlife Society Bulletin 32:202-208.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

Evaluación de rendimientos en chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Guillermo Quiroga Tapias & Ingritts Marcela García Niño

Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

Estudiamos tres lotes de animales capturados en el departamento de Casanare, con el propósito de contribuir al conocimiento de la composición corporal y los rendimientos de la especie *Hydrochoerus hydrochaeris*. Dos de los lotes fueron sacrificados y evaluados en el mismo departamento, y el tercero en la planta piloto de carnes del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - Universidad Nacional de Colombia. La información que presentamos, la obtuvimos bajo diferentes condiciones de trabajo, en cuanto al transporte, tiempo de reposo, métodos aplicados para el sacrificio, obtención de la canal, y de aprovechamiento de la carne. El peso promedio de los animales vivos fue de 38.5 Kg. El rendimiento en canal en promedio para los animales beneficiados con la técnica de extracción de la piel fue de 53.3 %, y mediante la técnica de depilado de 65.29 %, aspecto importante para el comercio de la carne. La piel presentó un rendimiento promedio del 9 %. Los rendimientos en otros subproductos se presentan en las tablas anexas. La composición en carne y hueso de las canales evaluadas fue del 82.32 % y 18.03 %, respectivamente. Los productos cárnicos elaborados fueron evaluados en un panel de degustación, cuyos resultados nos permitieron concluir que la carne de chigüiro presenta características deseables para ser industrializada. Finalmente, recomendamos la necesidad de adelantar investigaciones que permitan conocer las características zootécnicas de la especie, la funcionalidad de la carne en la elaboración de productos cárnicos y el aprovechamiento de los subproductos, para aportar un valor agregado a esta importante actividad productiva.

Palabras claves: Rendimientos, canal, carne, chigüiros, subproductos.

Abstract

*We studied three lots of animals captured in Casanare Department, with the purpose of contributing to the knowledge of the corporal composition and the yields of the specie *Hydrochoerus hydrochaeris*. Two lots were sacrificed and evaluated in the same department and, the third in the meat plant pilot of Instituto de Ciencia y Tecnología de*

Alimentos - Universidad Nacional de Colombia. The information presented was obtained under different working conditions, as the transport, time of rest, applied methods for the sacrifice, obtaining of the carcass, and of use of the meat. The weight average of the alive animals was of 38.5 Kg. The yield average in carcass for the animals slaughtered with the technique of extraction of the skin was of 53.3 % and by means of the technique of having depilated was of 65.29 %, important aspect for the trade of the meat. The skin showed an average yield of 9 %. The yields in other by-products are presented in the annexed tables. The composition in meat and bone of the evaluated carcass were 82.32 % and 18.03 %, respectively. The processed meat products were evaluated in a taste panel. The results allowed us to conclude that the meat of capybara presents desirable characteristics for industrial. Finally, we recommend the need for further research to determine the characteristics zootechnic of the specie, functionality of meat in the meat processing and utilization of by-products to add value to this important production.

Key words: Yields, carcass, meat, capybara, by-products.

Introducción

Los rendimientos y la calidad de la carne de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*) pueden ser afectados por las condiciones en que se encuentra el animal previas al sacrificio. Entre ellas se encuentran los sistemas productivos, los métodos de captura, el transporte, el desembarque, el ayuno, el reposo, el lavado de los animales y el sistema de sacrificio.

Cuando se selecciona una especie animal para la producción de carne, se deben conocer algunas características particulares de la misma, como el índice de conversión y las características relativas al crecimiento y desarrollo de los animales. Esto con el fin de poder determinar su composición corporal, de la canal y la proporción de carne, hueso y grasa.

Si bien es cierto, el crecimiento del animal es un factor determinante del rendimiento cárnico. Sin embargo, es necesario medir o estimar factores anteriores al nacimiento, como la herencia, el tamaño y edad de

la madre, la nutrición materna, el tamaño de la camada, el tamaño de la placenta y la temperatura ambiente. Así mismo, es necesario tener en cuenta factores posteriores al nacimiento, como su condición sexual, las condiciones ambientales, la alimentación y el uso de suplementos y hormonas.

Se define canal como “el cuerpo de un animal después de sacrificado, degollado, deshuellado, eviscerado quedando sólo la estructura ósea y la carne adherida a la misma sin extremidades” (Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de la Protección Social). En el caso del chigüiro la canal puede incluir o no la piel. El peso de la canal se obtiene después del sacrificio y faenado del animal y antes de la refrigeración, ya que en el proceso de enfriamiento la canal pierde peso por evaporación. El rendimiento porcentual en canal, constituye una medida del rendimiento cárnico y resulta de la relación entre el peso de la canal y el peso del animal vivo (López & Casp 2004).

La carne de chigüiro en estado fresco, presenta las características de un producto tierno o blando por la presencia de textura fina en sus fibras musculares, debido a la relativa corta edad al momento de ser beneficiados los animales, el cual oscila entre los 15 y 18 meses. Sin embargo, la carne presenta un aroma y sabor residuales a almizcle, que se acentúa en las regiones corporales donde se encuentra la grasa (González-Jiménez 1995).

De acuerdo con lo anterior, para el conocimiento de los chigüiros es importante, estudiar las características zootécnicas mencionadas, a partir de las condiciones genéticas, ambientales y de manejo, pro-

pias de cada región. En el presente artículo, exponemos los resultados de dos estudios sobre rendimientos cuantitativos en chigüiros. El primer estudio se desarrolló en el área rural del municipio de Paz de Ariporo, departamento del Casanare, en el marco del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2006); y el segundo, en la Planta Piloto de Carnes del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), de la Universidad Nacional de Colombia.

Métodos

Análisis de rendimientos en chigüiros en el departamento de Casanare

Estudiamos los rendimientos en la composición corporal de dos lotes de chigüiros capturados en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare. El primer lote o grupo se conformó con cuatro animales: Una hembra joven, dos machos jóvenes y un macho adulto. Estos individuos fueron empleados en el estudio preliminar que se realizó con el propósito de estandarizar la metodología de trabajo que sería aplicada posteriormente en el proyecto piloto de aprovechamiento de poblaciones de chigüiros, realizado por la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía (UNAL & CORPORINOQUIA 2006, Quiroga & Álvarez-Méndez 2014). El proyecto piloto fue realizado por estas instituciones, con el fin de elaborar el protocolo de captura, sacrificio y faenado para el uso sostenible de las poblaciones de chi-

güiros en la zona de estudio (ver Quiroga & Álvarez-Méndez 2014). Los 35 individuos machos capturados en este proyecto piloto conformaron el segundo lote de chigüiros que evaluamos. Para los dos casos los animales fueron capturados mediante la técnica tradicional de enlazado a caballo (Salas *et al.* 2004), y se les practicó la inspección sanitaria *ante-mortem* (Quiroga & Álvarez-Méndez 2014).

Los animales de la prueba preliminar (lote 1) fueron sedados, con el propósito de facilitar su transporte dentro de guacales individuales hasta la planta de beneficio de animales del municipio de Yopal. Después de sedados, determinamos el peso de cada animal.

Los animales arribaron en horas de la noche a la planta de beneficio e inmediatamente fueron sacrificados y faenados (ver Quiroga & Álvarez-Méndez 2014). Practicamos su inspección sanitaria, lavamos las canales y

posteriormente determinamos su peso, al igual que a los diferentes subproductos obtenidos en el proceso.

Los animales de la prueba piloto (lote 2) fueron sacrificados y faenados en el Hato La Victoria, vereda de Caño Chiquito del municipio de Paz de Ariporo (Ver Quiroga & Álvarez-Méndez 2014). Mediante la técnica de desuello tradicional, es decir, cuando se retira la piel, faenamos a 30 de los animales seleccionados para el estudio. Los restantes cinco individuos los faenamos siguiendo la técnica de depilado, aplicada para el ganado porcino (Quiroga & García de Siles 1994). En las dos técnicas determinamos el peso de las canales y de los diferentes subproductos obtenidos en el proceso. Determinamos los rendimientos individuales y los promedios de los chigüiros faenados con las dos técnicas.

Estudio realizado en el ICTA – Universidad Nacional de Colombia

El tercer lote de chigüiros evaluado estuvo conformado por trece animales adultos, provenientes del zocriadero “La Aurora”, ubicado en el municipio de Hato Corozal, Casanare. Los individuos los beneficiamos

con el propósito de realizarles un estudio sobre rendimientos en su composición corporal y en cortes minoristas. La captura de los chigüiros la realizamos en el medio natural, ya que es un zocriadero de ciclo abierto. Cada uno de los animales fue transportado en un guacal de madera para facilitar su manejo y evitar daños entre ellos.

Los animales fueron sedados y transportados vía fluvial durante aproximadamente 8 horas; posteriormente, fueron conducidos durante 5 horas en una camioneta al municipio de Paz de Ariporo y transbordados a otro vehículo para conducirlos a la Planta Piloto de Carnes del ICTA en la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, en un viaje cuya duración fue de 15 horas. El tiempo de transporte total fue de 28 horas a partir de su captura.

Realizamos el proceso de beneficio de los individuos en los corrales y en la línea de sacrificio y faenado de ganado porcino de la Planta Piloto de Carnes del ICTA. Con excepción del proceso de desuello, la tecnología aplicada corresponde a la misma que se utiliza en el beneficio de ganado porcino. Pesamos los chigüiros en la báscula ubicada en los corrales de la planta.

Resultados y Discusión

Análisis de rendimientos en chigüiros en el departamento de Casanare

Conforme a los resultados de los rendimientos obtenidos en el ensayo preliminar y en el proyecto piloto (Tablas 1, 2 y 3), el peso promedio del grupo que incluyó animales jóvenes (lote 1) fue de 31.2 Kg, y para el grupo que incluyó solo adultos

(lote 2) fue de 47.5 Kg, lo cual muestra la alta diferencia en peso cuando se trata de animales de diferentes edades. En cuanto al rendimiento en canal, cuando se extrae la piel, también se encuentran diferencias al comparar los rendimientos en animales jóvenes de condición corporal media (53.3 %) y adultos (56.4 %). Estos valores promedio encontrados para los rendimientos

Tabla 1. Rendimientos individuales de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* evaluados en el ensayo preliminar (lote 1). Municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

No. ejemplar	Peso vivo (Kg)	Canal (Kg)	Rendimiento en canal (%)	Cabeza (Kg)	Patas y manos (Kg)	Sangre (Kg)	Viscera roja (Kg)	Viscera blanca (Kg)	Piel (Kg)
1	27	14.6	54.1	2.4	0.7	0.9	1.1	4.4	3
2	38	19.6	51.6	2.8	0.8	1.1	1.1	5.3	4.2
3	25	13.2	52.8	1.9	0.7	0.9	0.9	3.9	2.5
4	35	19.2	54.8	3.2	0.7	0.7	1.4	6.1	3.5
Promedio	31.2	16.6	53.3	2.6	0.75	0.9	1.1	4.9	3.3

Tabla 2. Rendimientos individuales y promedios de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* faenados mediante la técnica de desuello en el proyecto piloto (lote 2). Municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

N° ejemplar	Peso vivo (Kg)	Canal (Kg)	Rendimiento en canal (%)	Cabeza (Kg)	Patas y manos (Kg)	Viscera roja (Kg)	Viscera blanca (Kg)	Piel (Kg)
1	50	27	54.00	3.6	1.2	1.1	8.6	5.5
2	49	27	55.10	3.6	1.1	1.7	8.65	5.5
3	45	24	53.33	3.75	1	1	7.25	5.5
4	50	28	56.00	3.7	1.1	2.25	7.7	5.6
5	50	28	56.00	4	1.25	1.25	5.5	5.5
6	54	32	59.26	4	1.1	1.25	8.5	5.4
7	55	34	61.82	4.1	1.4	2.5	7.9	5.8
8	56	33	58.93	5	1.25	2.7	7.7	6.8
9	44	25	56.82	3.4	1	1.75	6.4	5
10	48	28	58.33	3.4	1	1.5	9	5
11	46	22	47.83	3.8	0.8	2.1	6.3	5
12	49	25	51.02	4	1.2	2.1	4.4	5.3

Tabla 2. Rendimientos individuales y promedios de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* faenados mediante la técnica de desuello en el proyecto piloto (lote 2). Municipio de Paz de Ariporo (Casanare) (Continuación).

N° ejemplar	Peso vivo (Kg)	Canal (Kg)	Rendimiento en canal (%)	Cabeza (Kg)	Patas y manos (Kg)	Viscera roja (Kg)	Viscera blanca (Kg)	Piel (Kg)
13	44	25	56.82	3.6	0.9	1.6	8.1	5
14	42	23	54.76	3.4	0.8	1.7	6.5	4.7
15	48	27	56.25	3.25	1.1	1.75	7.8	4.7
16	53	31	58.49	4.3	1	1.8	10.3	5.3
17	48	27	56.25	3.8	1	1.7	8.3	5.8
18	48	26	54.17	4.3		1.8	10	5.4
19	41	21	51.22	3.8	0.8	1.7	8.3	4.2
20	43	25	58.14	4.7	0.9	1.8	7.3	4.5
21	44	25.5	57.95	3.5		1.8	6.7	4.6
22	52	31	59.62	3.9	1.9	1.8	8.8	4.7
23	46	24.5	53.26	4.6	1.2	1.7	8.9	5.2
24	40	24	60.00	3.8	0.8	1.7	6.3	3.8
25	50	29	58.00	4.5	1.3	2	8.7	5
26	54	31	57.41	4.4	1.1	2.1	8.5	5.7
27	44	26	59.09	4.6	0.8	1.5	7.4	4.4
28	53	31	58.49	4.2	0.9	1.9	8.6	5.3
29	43	24	55.81	3.8	1	1.7	7.4	4.7
30	59	34	57.63	5.7	1.1	2.78	10	5.8

Tabla 3. Rendimientos individuales y promedios de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* faenados mediante la técnica de depilado en el proyecto piloto (lote 2), Municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

No. ejemplar	Peso vivo (Kg)	Canal (Kg)	Rendimiento en canal (%)	Cabeza (Kg)	Patas y manos (Kg)	Viscera blanca (Kg)	Viscera roja (Kg)
1	46	29	63.04	3.6	0.8	8.1	1.7
2	46	28	60.87	3.3	0.9	9.23	1.8
3	47	32	68.09	3.7	1.3	7.2	1.5
4	44	29	65.91	3.75	1	5	2.6
5	54	37	68.52	3.9	1.2	8.4	2.25

en canal, son ligeramente superiores a los reportados por González-Jiménez (1995) para Venezuela bajo condiciones similares (51.5 ± 2.9 %), y a los registrados en Argentina con animales mantenidos con suplemento alimenticio (54 %).

Todas las canales obtenidas en nuestra investigación presentaron excelente conformación, ligero engrasamiento localizado en los costillares y flancos y carencia de grasa dorsal. Los ejemplares que se faenaron con la técnica de depilado, incluyendo en la canal los músculos maseteros y presentaron un promedio de rendimiento en canal del 65.29 % (Tabla 4), lo cual permite evidenciar que se obtiene una mayor cantidad de producto para su aprovechamiento comestible o para procesamiento industrial. Además, la técnica de depilado es de fácil aplicación y las carnes presentan mejor condición para su manipulación y almacenamiento, puesto que la piel sirve de barrera contra la contaminación externa. Al igual que con el ganado porcino, las patas podrían incluirse en la

canal, lo cual aportaría cerca de un 2 % adicional en los rendimientos en canal (Tabla 4). Los rendimientos para la víscera blanca obtenidos en los dos grupos (ensayo preliminar y proyecto piloto) fueron de 15.7 % y 16 %, respectivamente; mientras que para la víscera roja fueron de 3.6 % y 4.2 % (Tabla 4). Esto hace notar que son altas las pérdidas económicas que se tienen actualmente con el desaprovechamiento de estos subproductos, puesto que son susceptibles de ser aprovechados en la alimentación humana o para otros fines industriales. Esta misma consideración es válida para los demás subproductos provenientes del proceso de beneficio de los animales.

Estudio realizado en el ICTA – Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá

Los animales transportados hasta la Planta Piloto de Carnes tuvieron un reposo de 12 horas en el lugar y se mostraron tranquilos. Aunque no emitían ningún sonido, estuvieron en estado de alerta.

Tabla 4. Rendimientos promedio en chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* faenados sin piel (ensayo preliminar-lote 1) y con piel (proyecto piloto-lote 2). Municipio de Paz de Ariporo (Casanare).

Ítem	Promedio sin piel		Promedio con piel	
	Kg	%	Kg	%
Peso vivo	48.3	-	47.4	-
Peso canal	25.6	-	31	-
Rendimiento en canal	-	56.4	-	65.29
Cabeza	3.9	8.0	3.65	7.7
Patas y manos	1.1	2.2	1.04	2.2
Víscera blanca	7.6	15.7	7.58	16
Víscera roja	1.7	3.6	1.97	4.2
Piel	5.0	10.3	0	0

Sacrificio. Para la insensibilización de los animales, ubicamos los guacales en el cajón utilizado para el ganado porcino y allí les aplicamos con la pinza eléctrica un voltaje aproximado de 120 voltios. El tiempo de insensibilización promedio fue de 75.19 segundos por animal. La insensibilización la realizamos en el mismo guacal, lo que disminuyó el estrés en los animales y facilitó un mejor control, si se tiene en cuenta su habilidad para saltar.

Izado y sangría. Después de insensibilizados, izamos y sangramos los animales. Recolectamos la sangre con la ayuda de un cuchillo hueco; el tiempo promedio de sangría fue de 52.92 segundos. De los trece animales que conformaban el lote 3, recolectamos 7.84 litros de sangre.

Faenado. La técnica del faenado consistió en la separación de la cabeza, corte de manos y patas, extracción de la piel, eviscerado y obtención de la canal (Figura 1). Los rendimientos promedio obtenidos de las partes anatómicas mencionadas, los presentamos en la Tabla 5.



Figura 1. Presentación de las canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Planta Piloto de Carnes del ICTA. Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Fuente: García I. M. & Serna C. C. UNAL – FRANI

Inspeccionamos los diferentes órganos, para lo cual aplicamos el mismo procedimiento utilizado en la inspección de porcinos. Los únicos órganos que presentaron alteración fueron los hígados por la presencia de manchas blancas tipo “arroz”; los demás órganos no presentaron situaciones anómalas. Es importante anotar que durante el proceso de faenado percibimos un olor “amoniaco”, similar al que se percibe durante el proceso de faenado de equinos.

Rendimiento y composición de la canal. El peso promedio de los animales vivos al momento de su sacrificio y faenado fue de 36.09 Kg después de haber transcurrido 28 horas de transporte y 12 de reposo en la Planta Piloto de Carnes del ICTA. No obtuvimos el peso de los animales antes de ser transportados para conocer las mermas por efecto del mismo. El peso de las canales calientes variaron entre 14.8 Kg y 26.5 Kg, con un promedio de 18.54 Kg (Tabla 5).

El rendimiento en canal promedio de los animales beneficiados en la Planta Piloto de Carne del ICTA en Bogotá fue de 51.4 %, valor inferior a los rendimientos en canal encontrados en las pruebas realizadas en el departamento de Casanare (56.4 % en el ensayo preliminar y 65.29 % en el proyecto piloto); así mismo, fue inferior a los valores reportados para Venezuela y Argentina por González-Jiménez (1995). Así mismo, el rendimiento porcentual en piel fue de 13.4 %, superior a los encontrado en los animales del lote 1 provenientes del ensayo preliminar en departamento de Casanare (10.3 %). El rendimiento en la víscera blanca fue del 11.7 %, bajo en relación con el estudio de Casanare (15.7 % en el ensayo preliminar-lote 1 y 16 % en el proyecto piloto-lote 2), lo cual es evidente por el efecto del ayuno en los animales.

Tabla 5. Rendimientos cuantitativos de los chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* del lote 3, provenientes del Hato La Aurora, municipio Hato Corozal (Casanare), faenados en la Planta Piloto de Carnes del ICTA Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Fuente: García I. M. & Serna C.C. 2004. UNAL – FRANI

Componente	Peso promedio (Kg)	%
Peso vivo	36.09	100
Peso de la canal caliente	18.54	-
Rendimiento en canal	-	51.4
Sangre	0.6	1.7
Cabeza	2.74	7.6
Manos	0.34	2.8
Patas	0.47	1.3
Piel	4.84	13.4
Viscera roja:	1.53	4.2
Corazón	0.26	0.7
Pulmones y traquea	0.28	0.8
Hígado	0.81	2.2
Bazo	0.11	0.3
Riñones	0.17	0.5
Viscera blanca:	4.22	11.7
Estómago	0.68	1.9
Intestinos	2.17	6.0
(contenido gastrointestinal)	1.97	5.5
Aparato reproductor, vejiga y grasa	0.64	1.8

Para la evaluación cuantitativa de las canales tomamos cinco canales a las que les practicamos los cortes comerciales (Figuras 2 y 3), en forma similar a los que se realizan en el despiece de la canal de porcino (FAO 1992). Los resultados de los rendimientos en cortes los presentamos en la Tabla 6. Los mayores rendimientos fueron para la carne de pierna-cadera (29.3 %), carne de brazo (15.6 %) y el lomo ancho (11.8 %).

Deshuesamos los diferentes cortes comerciales y obtuvimos un rendimiento pro-

medio en carne del 82.32 % y en hueso de 18.03 % (Tabla 7). La grasa intermuscular e intramuscular en las medias canales era casi ausente.

Elaboración de productos cárnicos y prueba sensorial

Mediante la aplicación de la metodología utilizada para la elaboración de productos cárnicos en la Planta Piloto de Carnes del ICTA (López 2005), preparamos los siguientes productos cárnicos con base en la carne



Figura 2. Corte de medias canales. Fuente: García I. M. & Serna C. C. UNAL – FRANI.



Figura 3. Deshuese de canales de chigüiro. Planta de beneficio Hato La Victoria, Paz de Ariporo (Casanare).

Tabla 6. Rendimientos de cortes comerciales en medias canales de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris*.

Fuente: García I. M. & Serna C.C. 2004. UNAL – FRANI

Producto	Peso promedio (Kg)	%
1/2 Canal	8.838	100
Brazo	1.632	18.2
Tórax	4.012	45.5
Hueso brazo	0.252	2.8
Carne brazo	1.372	15.6
Carne pierna + cadera	2.58	29.3
Hueso pierna + cadera	0.622	7
Lomo ancho	1.04	11.8
Lomo fino	0.164	1.9
Hueso vértebras	0.116	1.3
Hueso costillas	0.596	6.8
Carne de costillas + sobrebarriga	2.122	24

Tabla 7. Composición promedio de canales deshuesadas de chigüiros *Hydrochoerus hydrochaeris* beneficiadas en la Planta Piloto de Carnes del ICTA-Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Fuente: García I. M. & Serna C.C. 2004. UNAL – FRANI

Rendimiento general	Peso promedio (Kg)	%
Peso 1/2 canal	8.864	100
Peso carne	7.278	82.32
Peso hueso	1.586	18.03

de chigüiro: chorizo, salchicha, salchichón; y costilla, lomo, pernils, brazos y chuletas como productos ahumados (Figuras 4 y 5). Las mermas en peso obtenidas durante el proceso de elaboración de los diferentes productos fueron: chorizo (10 %), costilla (22.5 %), lomo (37.5 %), chuleta (26.6 %), pernil (20.8 %) y brazo (30 %).

Los productos cárnicos obtenidos fueron evaluados mediante un panel de degustación, realizado con consumidores habituales de productos cárnicos procesados elaborados con carnes de otras especies animales. El estudio lo realizamos sobre una muestra de 150 personas (hombres y mujeres) de los estratos 3, 4, 5 y 6, en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- El 100 % de los panelistas nunca había consumido carne de chigüiro procesada.
- El 15 % de las personas afirmó haber consumido carne de chigüiro en asaderos ubicados en Bogotá.
- A los panelistas en el 100 % les pareció “muy buena” la presentación de los productos en cuanto a color, forma, textura, cantidad de grasa y compactación.
- El 85 % de las personas calificaron como “muy bueno” el sabor de las salchichas, chorizos y salchichones y el 15 % restante los calificaron como “bueno”.
- El 90 % de los panelistas dio una calificación de “muy bueno” al sabor de los productos ahumados, siendo los pernils y los brazos los de mayor preferencia; el 7 % calificó los productos como “bueno” y el 3 % como “regular”.



Figura 4. Presentación de chorizo y productos ahumados.
Fuente: García I. M. & Serna C. C. UNAL – FRANI.



Figura 5. Presentación de chorizo y salchichas. Fuente:
García I. M. & Serna C.C. UNAL – FRANI.

- El 80 % de los encuestados manifestó que incluirían este tipo de productos en su dieta.
- Todas las personas encuestadas confirmaron que consumirían este tipo de carne si una autoridad competente les garantiza y certifica la calidad sanitaria.

Conclusiones y Recomendaciones

Los mayores rendimientos en productos y subproductos los obtuvimos a partir del beneficio de animales adultos. Los rendimientos en canal obtenidos a partir de los animales faenados mediante la técnica de desuello concuerdan con los resultados obtenidos en otros países como Venezuela y Argentina. Los mayores rendimientos en canal los obtuvimos cuando los animales fueron depilados, lo cual recomendamos como la mejor opción técnica para la comercialización de las canales o los cortes comerciales.

Los mayores volúmenes de carne de la canal corresponden de la pierna (29.3 %), seguido por el brazo (15.6 %) y el lomo ancho (11.8 %). La composición de la canal en carne (82.32 %) es alta, lo cual constituye una ventaja si se manejara esta especie como alternativa para el abastecimiento de carne en zonas donde hay carencias de proteína de origen animal. Por la poca presencia de gra-

sa en la canal, recomendamos la carne de chigüiro para el consumo en personas que tienen problemas con el metabolismo de la grasa y acusan problemas de colesterol.

El chigüiro es una especie potencial para la producción de carne alternativa en Colombia. Sin embargo, es necesario investigar los animales desde el punto de vista zootécnico, para estandarizar los procesos productivos, que garanticen al consumidor productos y subproductos inocuos.

La elaboración de productos cárnicos con carne de chigüiro, constituye una alternativa ventajosa para darle valor agregado a la especie animal. Por ello, se recomienda evaluar las propiedades tecnológicas de la carne de chigüiro, para orientar la industria procesadora en la aplicación de técnicas adecuadas que permitan la elaboración de productos cárnicos de alto rendimiento y rentabilidad económica.

Agradecimientos

Al personal profesional técnico y operativo del Convenio suscrito entre CORPORINOQUIA y Universidad Nacional de Colombia N° 160-12-02-15-013 “para la investigación científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005). A las personas nativas del municipio de Paz de Ariporo. Al personal de la planta Piloto de Carnes del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA, de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá y a la Fundación FRANI, representada por la Ingeniera Claudia Cristina Serna G.

Literatura Citada

- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1992. Directrices para el sacrificio y despiece de los animales y el procesado de la carne. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 91. Roma.
- González-Jiménez, E. 1995. El capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Estado actual de su producción. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 122. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/V4590S/V4590S00.HTM> (último acceso octubre de 2007).
- López, J. H. 2005. Guías para la elaboración de productos cárnicos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- López, V. R. & V. A. Casp. 2004. Tecnología de mataderos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Ministerio de la Protección Social. 2007. Decreto 1500 del 4 de mayo de 2007 “por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación”. Colombia.
- Quiroga, G. 2005. Guía de práctica: Operaciones en el beneficio de ganado porcino y determinación de rendimientos cuantitativos. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-ICTA. Universidad Nacional de Colombia.
- Quiroga, G. & García de Siles J. L. 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Serie FAO Producción y Sanidad Animal 120. Roma.
- Quiroga, G. & O. Álvarez-Méndez. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 363-382, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Salas, V., E. Pannier, C. Galindez, A. Gols & E. A. Herrera. 2004. Methods for capturing and marking wild capybaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, in Venezuela. *Wildlife Society Bulletin* 32:202-208.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

Aprovechamiento sostenible de subproductos y residuos de plantas de beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Guillermo Quiroga Tapias & Ingritts Marcela García Niño

Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

Resumen

Los estudios efectuados sobre rendimientos en chigüiros permiten evidenciar que son altos los volúmenes que se obtienen en los componentes diferentes de la canal. Sin embargo, bajo las condiciones que se aplican tradicionalmente en el sacrificio y obtención de las canales, con excepción de la piel, estos componentes se convierten en materiales de desecho que impactan negativamente el ambiente, por su efecto contaminante. Además del impacto ambiental, se presentan altas pérdidas económicas y contaminación cruzada hacia la carne, convirtiéndose en un atentado para la salud pública. Se considera subproducto a las partes de los animales diferentes de la canal, que se obtienen en el proceso de sacrificio y obtención de las canales. Su aprovechamiento, al igual que de los residuos, constituye la forma como se da valor agregado al producto animal, puesto que estos son susceptibles de ser aprovechados en la nutrición humana, para alimentación animal, uso agronómico y procesos industriales. En esta revisión exponemos los beneficios que se obtienen con el aprovechamiento de los subproductos y residuos del beneficio de chigüiros, las tendencias del mercado y técnicas sencillas para su manejo y valorización. Finalmente, resaltamos la importancia de desarrollar estudios que permitan conocer las propiedades funcionales de los componentes del chigüiro, para optimizar su rentabilidad social, económica y ambiental.

Palabras claves: Subproducto, chigüiro, ambiental, salud pública.

Abstract

The studies on yield in capybaras, evidence that other components different to the carcass are obtained in high volumes. However, under the conditions traditionally applied in the slaughter and obtaining carcass, except for the skin, these components are become in waste materials that negatively impact the environment, for their polluting effects. Besides the environmental impact, have high economic losses and the cross-contami-

nation can occur toward meat, becoming a public health problem. By-products are the parts of the animals, different from the carcasses that are obtained in the slaughter process and of obtaining of the carcass. Their use, the same as of the residuals, constitutes the form like one gives value added to the animal product, since these they are susceptible of being taken advantage of in the human nutrition, for animal feeding, agronomic use and industrial processes. We present the benefits obtained with the use of the by-products and residuals of the capybara; the tendencies of the market and technical simple for their handling and appraisal. Finally, we highlight the importance of developing studies that reveal the functional properties of the components of the capybara, to optimize its social, economic and environmental profitability.

Key words: *By-product, capybara, environmental, public health.*

Introducción

El concepto moderno de las plantas de beneficio de animales, considera que éstas son el punto obligado por donde deben pasar todos los animales que se destinen para consumo humano. Así mismo, además de ser una herramienta de transformación, también lo es de control técnico, de control fiscal y sanitario, de comercialización y de valorización del producto animal (Solter s.f.).

Esta valorización hace referencia al manejo y transformación de los subproductos y constituye una alternativa económica y ambiental, que hasta el presente no se ha sabido aprovechar en el beneficio de chigüiros. Al contrario, allí se obtienen altos volúmenes de componentes diferentes de la canal (Quiroga & García 2014; Figura 1) que no se usan, generando grandes pérdidas económicas y problemas de contaminación (Quiroga & Álvarez-Méndez 2014).

En el beneficio tradicional de chigüiros en locales denominados “planchones”, y cuando se realiza el sacrificio y faenado a campo

abierto, se desconocen los criterios mínimos de orden técnico, higiénico, sanitario y ambiental. Durante este proceso se obtienen materiales secundarios o partes del animal que no están incluidas en la canal, los cuales son denominados como subproductos (Quiroga & García de Siles 1994). En esta práctica, ya sea en los “planchones” o en campo abierto, los subproductos y residuos de los chigüiros que potencialmente podrían ser una fuente adicional de ingresos, son considerados como un estorbo.

Contrario a lo anterior, en la industria cárnica norteamericana, se da también importancia a los subproductos, es decir, a cualquier producto del animal que no sea estrictamente la canal limpia (despojo). Se tienen en cuenta las asaduras, las cuales son subproductos comestibles que se obtienen en condiciones sanitarias adecuadas y que están sometidas a inspección federal. Así mismo, se da importancia a los recortes del deshuesado de la cabeza, los cuales se describen como “despojos comestibles”, junto con las grasas (Ockerman & Hansen 1994).

En esta revisión queremos presentar los beneficios obtenidos cuando se aprovechan todos los subproductos y residuos resultantes del beneficio de los chigüiros. Destacamos los posibles usos de los distintos

subproductos y residuos, y la forma como se puede aprovechar siguiendo unas buenas prácticas en el manejo, para así obtener beneficios sociales, económicos y ambientales.

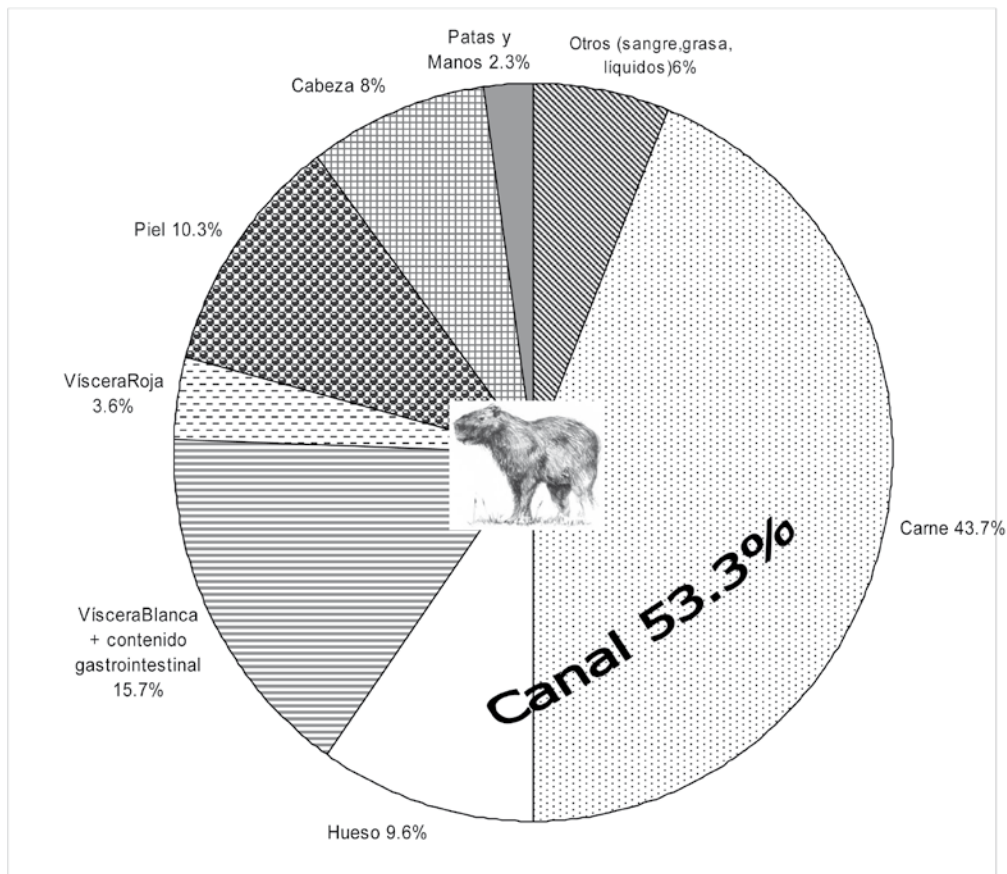


Figura 1. . Composición aproximada del producto principal (canal), subproductos y residuos obtenidos de un chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Clasificación de los Subproductos

De modo general, los subproductos animales se clasifican en comestibles y no comestibles o industriales. Los subproductos comestibles corresponden a los órganos y tejidos que pueden ser consumidos por el hombre. Estos subproductos reciben el nombre de vísceras (roja y blanca) y comercialmente dentro de éste grupo se incluyen la cabeza y las extremidades.

Los subproductos no comestibles son aquellos que se destinan a diversos tratamientos, con el fin de ser aprovechados para suplir diversas necesidades industriales. En éste grupo se considera la piel, la grasa (sebo), el hueso, el pelo, los cuernos, las pezuñas, los cascos, la bilis, las glándulas, las carnes no aptas para consumo humano, el contenido gastrointestinal y los

cálculos biliares. De acuerdo con criterios sociales, económicos y religiosos, la sangre, los aparatos reproductores, parte de la grasa, fetos, ojos, orejas y recortes de carne provenientes de las pieles se pueden ubicar en cualquiera de las categorías comestible o no comestible.

La “norma comunitaria” (europea), clasifica los subproductos animales en tres categorías, atendiendo al riesgo potencial tanto para la salud humana como para la sanidad animal. Con relación a la actividad de las plantas de beneficio, se relacionan los siguientes materiales (Hidalgo 2005):

1. Materiales de categoría 1 (de desecho). Cuerpos, partes de cuerpos de animales o subproductos que presenten riesgo sanitario para el consumo humano o animal.
2. Material de categoría 2 (de transformación y reutilización de acuerdo con normas establecidas). Estiércol y contenido del aparato digestivo, materiales de origen animal recogidos al depurar las aguas residuales de plantas de be-
3. Material de categoría 3 (de transformación y reutilización de acuerdo con normas establecidas). Partes de animales sacrificados y subproductos, que no suponiendo riesgo para la salud humana o animal pueden entrar en la cadena alimentaria animal o destinarse a otros usos permitidos, siempre y cuando se respeten las condiciones de recogida, transporte, almacenamiento, manipulación, transformación y adecuada utilización establecidas en el mismo.

Beneficios que se Obtienen de los Subproductos

De acuerdo a Mann (1964), Ockerman & Hansen (1994) y a la experiencia propia, los principales beneficios que se obtienen con el aprovechamiento de los subproductos, son los siguientes:

Económicos

Todos los subproductos obtenidos durante el proceso de sacrificio y faenado de los animales son susceptibles de ser aprove-

chados. Además puede contribuir en un alto porcentaje a los ingresos económicos de las plantas de beneficio.

Existen varios subproductos que tienen una alta demanda en el mercado, como son las pieles, la grasa y las harinas de sangre, carne y huesos. Sin embargo, es importante que las plantas de beneficio cuenten con diversas posibilidades técnicas para lograr al máximo el aprovechamiento de otros

subproductos y residuos que también puedan ser ubicados en el mercado. En una comercialización organizada, los subproductos tienen una marcada influencia en el precio de los animales y de las carnes.

Nutrición humana

Las exigencias mundiales de nuevas fuentes de proteínas, han motivado a científicos y técnicos hacia el estudio de las proteínas provenientes de los subproductos de origen animal, con el fin de aprovecharlas eficientemente como componente esencial de diversos tipos de alimentos y, en particular en la elaboración de productos cárnicos. Por ejemplo, la sangre procedente del beneficio de los animales, si se extrae directamente del sistema circulatorio del animal y se trata con procedimientos higiénicos, se puede desdoblar en plasma y glóbulos rojos. Debido a sus cualidades nutricionales por el aporte de aminoácidos esenciales, el plasma se considera internacionalmente como un complemento alimenticio y también como aditivo alimentario natural y se utiliza para la elaboración de distintos productos alimenticios. Según diversos autores, un kilogramo de plasma sanguíneo deshidratado equivale a mil albúminas de huevo.

Sanidad del medio ambiente

La mayor parte de los subproductos y residuos de las plantas de beneficio son de putrefacción inmediata. Esta condición obliga a que éstos sean procesados o desnaturalizados en forma oportuna.

La sangre y otros materiales si fluyen con el agua, taponan los desagües y se descomponen fácilmente, ocasionando problemas de contaminación. Se debe evitar el descargue

de estos productos por los sumideros, debido a la elevada demanda bioquímica de oxígeno. La legislación sanitaria y ambiental estipula que las plantas de beneficio deben contar con sistemas de tratamiento para evitar la contaminación ambiental (SGS 2004).

Generación de empleo

El proceso de los subproductos posibilita la generación de industrias satélites a las plantas de beneficio, lo cual requiere de mano de obra capacitada. En los países del área Andina no se ha sabido aprovechar la posibilidad de crear alrededor de las plantas beneficio, plantas de procesamiento de carnes, plantas de concentrados, fábricas de artesanías u otras actividades productivas que contribuyan al bienestar de la población.

Nutrición animal

Los subproductos de origen animal constituyen la base para la obtención de proteínas animales que se utilizan como componente primario para la elaboración de concentrados. Los huesos también forman parte de los concentrados por sus aportes de fósforo y calcio. Según reportes de la Organización Mundial de la Salud y la FAO, si se suministran dos a tres cucharadas por día de harina de hueso calcinada, se puede reducir de 24 a 16 meses el tiempo entre pariciones y se logra aumentar la producción de leche hasta en un 50 % y se mejora la salud de la madre y del ternero (Mann 1990).

Mejoramiento de cultivos

La sangre y el contenido gastrointestinal fermentados, permiten la obtención de fertilizantes ricos en nitrógeno, calcio y

fosfato, lo cual posibilita incorporarlos a los pastos, cultivos de flores y hortalizas, mejorando los rendimientos en cantidad y calidad. Por otra parte, el estiércol de los animales puede ser usado en la producción de abonos orgánicos, los cuales mejoran las propiedades físicas y químicas de los suelos. Otro uso factible del mismo, es la lombricultura, en la cual se puede aprovechar como cama y alimento para las lombrices y en la producción de humus. Igualmente se puede usar como fuente de bacterias que potencialmente tendrían uso en la agroindustria.

Fuente energética

Los residuos de la planta beneficio pueden ser sometidos a procesos de digestión en biorreactores para la obtención de gas metano, que constituye una alternativa técnica

para suplir los requerimientos energéticos de las plantas de beneficio.

Uso opoterápico

Las hormonas del reino animal son bioquímicamente idénticas, lo cual ofrece la posibilidad de poder utilizar los extractos hormonales de las glándulas de los animales como medicamentos en el hombre. Existe un gran potencial para el aprovechamiento de las glándulas y otros órganos dentro de la opoterapia (*Opos*= extracto-jugo, *therapeia*=tratamiento), o procedimiento curativo que trata las enfermedades sobre la base del extracto obtenido de las distintas glándulas de la secreción interna. Sin embargo, en nuestros países las glándulas y otros órganos provenientes de los animales son desaprovechados, por lo cual es importante de estudiar el uso de estos subproductos.

Subproductos del Chigüiro

Las alternativas que se presentan para el manejo y aprovechamiento de los diferentes componentes de un animal, dependen de factores sociales, sanitarios, ambientales, culturales, religiosos, tecnológicos, legales y económicos. La definición de los sistemas que se van a aplicar para efectuar el aprovechamiento de los subproductos y residuos con criterios de sostenibilidad debe ser concordante con los volúmenes de productos y subproductos que se estén obteniendo en la planta de beneficio. En Colombia, el beneficio de chigüiros se realiza en “planchones” o a campo abierto, con graves deficiencias higiénico – sanitarias (Álvarez-Méndez & Barragán 2014) y ambientales. Esta situación obliga a que se apliquen tecnologías eficientes de bajo costo que permitan co-

rregir y mitigar los impactos negativos que se están generando, mientras se construyen instalaciones apropiadas que cumplan con las normas vigentes para esta actividad.

Sin importar el tamaño de la planta, su disponibilidad técnica y de dotación, el objetivo final de la planta de beneficio es que ofrezca garantía para la obtención de carnes y subproductos comestibles que aseguren su inocuidad. Es decir, que estos no les causen daño a los consumidores.

Las alternativas para el manejo y aprovechamiento de subproductos y residuos de plantas de beneficio son múltiples y la mayor parte de estas son de conocimiento universal. Por consiguiente, mostramos a



manera de ejemplo casos que dependiendo de las condiciones particulares de las diferentes plantas, podrían aplicarse para el aprovechamiento del chigüiro (Tabla 1).

Tabla 1. Subproductos obtenidos del beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y sus posibles usos.
 Fuente: Quiroga & Ortiz (1992), Ockerman & Hansen (1994).

Subproducto	Usos			
	Alimentación humana	Industria	Alimentación animal	Uso agronómico
Grasa	Grasa Animal	Farmacéutica		
Sangre	Morcillas Sopas El plasma es usado en panadería e industria cárnica.	Farmacéutica Adhesivos	Harina	Harina
Cabeza	Lengua Carne	Carne Industrial	Harina	Harina
Patas y Manos	-	-	Harina	Harina
Piel	Gelatina Chicharrón	Curtiembres Cuero	-	-
Viscera Roja	Hígado Pulmón Corazón Bazo Riñón		Harina	Harina
Viscera Blanca	Intestinos Estómago	Empaque para embutidos	Harina	Harina
Glándulas	-	Farmacéutica	-	-
Bilis	-	Farmacéutica	-	-
Cálculos Biliares	-	Farmacéutica	-	-
Huesos	Sopa -	Cola Gelatina Artesanías	Harina -	Harina -
Pelos		Brochas, felpas, alfombras, aislamientos	Harina	Harina
Estiércol	-	Producción de metano	-	Harina
Dientes	-	Artesanías	-	-

Buenas prácticas en el manejo y aprovechamiento de subproductos y residuos de chigüiros

La garantía de calidad e inocuidad de los subproductos comestibles y no comestibles se fundamenta en la aplicación de buenas prácticas de producción animal, buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios, buenas prácticas de manufactura y en la implementación de un programa de gestión de la inocuidad. A continuación presentamos algunos procesos de utilidad práctica que permiten aportar un valor agregado a los chigüiros y disminuir los impactos negativos que se producen en los procesos de sacrificio y faenado.

La sangre

La sangre constituye una buena fuente de proteínas y minerales. Las posibles aplicaciones de la sangre no se restringen únicamente a la industria de los alimentos, y encuentra diversas posibilidades de empleo en campos como la medicina y la industria (Tabla 2). La FAO, en diversas publicaciones presenta las buenas prácticas para el manejo y aprovechamiento de la sangre en mataderos pequeños y medianos que hacen referencia a los usos mencionados anteriormente (Mann 1964, Divakaran 1983, Quiroga & García de Siles 1994).

Tradicionalmente, y desde tiempos inmemorables, la sangre se ha aprovechado para elaborar productos alimenticios como la morcilla, sangre frita, sopas con sangre, panes, tortas y pudines de sangre. Su uso se focaliza cada día más, debido a la problemática nutricional en el mundo, ya que la sangre es una excelente fuente de aminoácidos (excepto por la isoleucina y la metionina) y de hierro. Sin embargo, su consu-

mo ha sido restringido a causa del riesgo microbiológico (mal manejo en la recolección y almacenamiento, o transmisión de enfermedades zoonóticas) y a prejuicios religiosos (por ejemplo, los judíos y musulmanes no consumen sangre).

Actualmente, ha crecido levemente el procesamiento y consumo del plasma sanguíneo, usado como aditivo en la industria de embutidos, aprovechando su valiosa calidad proteica y sus excelentes propiedades funcionales como solubilidad, propiedad gelificante y capacidad emulsificante. La fracción corpuscular se usa junto con otros subproductos en la elaboración de harina de sangre para la alimentación de animales.

Hierro de “pura sangre”. El hierro para consumo humano disponible en la dieta puede ser clasificado en dos grupos: el heme y el no heme. Dentro del segundo se encuentran principalmente el hierro proveniente de alimentos de origen vegetal, el cual se presenta en forma de flavoproteínas y sales orgánicas con cualquiera de sus valencias. Este tipo de hierro presenta baja absorción, entre el 2 y el 7 %, en su mayor parte debido a que su absorción depende de su solubilidad en el intestino, ya que en presencia de fitatos o taninos se acompleja y pierde tal. Los fitatos y taninos son constituyentes de los mismos vegetales, en especial de los cereales, lo que hace más crítica la problemática de la fortificación con hierro en esta disposición. Por su parte, el hierro heme, proveniente de la carne, las aves y el pescado en forma de hemoglobina o mioglobina, presenta una absorción dos o tres veces mayor y depende poco de la dieta.

Tabla 2. Usos de la sangre de animales. Fuente: Ockerman & Hansen (1994).

Sector	Usos
Alimentos	Emulsificante, estabilizante, clarificante, aditivo de color, componente nutricional
Piensos	Suplemento de lisina, estabilizador de vitaminas, sustituto de la leche, componente nutricional
Fertilizantes	Revestimiento de semillas, estabilizante del pH del suelo, componentes minerales
Laboratorio	Medios de cultivo, análisis de taninos, carbón activo, hemina, agar de sangre, peptonas, glicerofosfato, albúminas, globulinas, esfingomielina, catalasa
Medicina	Pruebas de aglutinación, inminoglobulinas, técnicas de fraccionamiento, factores de coagulación, suturas, fibrinógeno, productos de fibrina, serotonina, plasminógeno, aditivos de plasma
Industria	Adhesivos, aditivos para resinas, finalizadores para cuero y tejidos, coadyuvantes en insecticidas pulverizables, hormigón poroso, sustituto de la clara de huevo, extintores de incendios, fabricación de cerámica y plástico, formulaciones base de plásticos y cosméticos

El problema en el uso de la sangre o los corpúsculos frescos para la fortificación de alimentos radica en que estos se degradan rápidamente haciendo difícil su transporte y almacenamiento.

Concentrar el contenido de heme tiene ventajas como la del aumento la vida útil y la disminución de la cantidad de producto que se debe usar para fortificar un alimento dado con una determinada cantidad de hierro. Esta concentración se puede lograr separando la globina (Quiroga *et al.* 2003).

Son varias las experiencias en fortificación con hierro heme exitosas reportadas (Universidad Nacional de Colombia 2002). A continuación se presentan algunas de ellas:

- En Chile, existen dos experiencias. La primera en el uso de galletas fortificadas con 5 mg hierro por porción de 30 g, para niños escolares y preescolares de bajos recursos, donde no se encontró diferencia apreciable entre la población objetivo y la población control. Este resultado se atribuye a alto consumo de pan elaborado con harina de trigo fortificada con hierro, que no permitió observar el efecto del ensayo de fortificación. También se fortificó un cereal de arroz con 5 % de concentrado de hemoglobina de ganado bovino, como papilla para lactantes alimentados con leche materna. En este ensayo, la población experimental de bebés presentó un descenso en la prevalencia de anemia del 17 % al 6 % después de nueve meses de ingerir el cereal fortificado.
- En Cuba, se produjeron embutidos con alto contenido de hierro para ancianos, usando sangre completa o corpúsculos durante seis semanas. Se observó un incremento del 100 % en los valores de hemoglobina de los ancianos después del tratamiento.
- En Perú, se fortificó cocoa con 25 % de hemoglobina desecada, para escolares en comunidades rurales. Los escolares anémicos presentaron incrementos en sus niveles de hemoglobina de 1.3 g/Dl, logrando que el 83 % de la población se recuperara del estado anémico.

Manejo de la sangre como subproducto comestible por el hombre. La sangre constituye una buena fuente de proteínas para el hombre. Se usa para la preparación de morcillas y de sopas. Para las primeras, se utiliza la sangre entera, mientras que para las sopas se aprovecha el suero sanguíneo.

Cualquiera que sea su destino, la sangre se debe recolectar en forma higiénica y aplicando los procedimientos adecuados considerados en el proceso de sacrificio de animales. Para la obtención del suero sanguíneo es necesario contar con implementos completamente limpios y desinfectados; y proceder de la siguiente forma:

1. Recolectar la sangre en recipientes de boca ancha y poca profundidad. La recolección de la sangre se efectúa mediante el uso del cuchillo hueco o de la manguera especial.
2. La sangre se debe mantener a temperatura de refrigeración (4 °C) durante dos horas con el objeto de que se forme un coágulo compacto. Para obtener cubos del coágulo del menor tamaño posible, con un cuchillo se realizan cortes longitudinales y transversales, con el fin de incrementar la extensión superficial y favorecer la contracción rápida de los coágulos y, así, aumentar el rendimiento en suero. El coágulo cortado se coloca en reposo durante 24 horas a la temperatura de refrigeración, lo cual favorece la sedimentación de los glóbulos rojos y permite la extracción del suero sanguíneo.
3. El suero sanguíneo se recoge en recipientes con tapa, para lo cual, se deben evitar los movimientos bruscos con el

fin de impedir la remoción de las partículas sedimentadas y obtener un suero de color claro. El suero se envasa en bolsas de plástico, selladas y, para su posterior uso o venta, se almacena a temperatura de congelación.

4. El coágulo resultante de la extracción del suero se destina para ser utilizado en nutrición animal o para uso agronómico, como se ilustrará más adelante.
5. Para la preparación de las sopas, el suero sanguíneo se cocina y se le pueden adicionar leche, mantequilla y condimentos al gusto. Para evitar que estos componentes se peguen a las paredes del recipiente, se debe tener la precaución de agitar suavemente la mezcla.

Aprovechamiento de la sangre en la nutrición animal. La sangre de los chigüiros puede ser utilizada como fuente de proteínas en la nutrición animal, de las siguientes maneras:

Sangre fresca. Para su uso, la sangre se recoge en recipientes limpios y se mezcla por partes iguales con salvado o cáscara de arroz o harina de yuca u otros alimentos; y así preparada se suministra a porcinos y aves el mismo día de su preparación. Si existen excedentes de sangre fresca y se quiere utilizar en nutrición animal, se puede aplicar cualquiera de los siguientes procedimientos.

Sangre tratada con cal viva. La cal viva se utiliza para conservar la sangre hasta por una semana, para ello se agrega al recipiente de la sangre 1 % de cal viva, revolviendo a medida que se agrega a la sangre fresca. La sangre así preparada se puede utilizar conforme a las indicaciones dadas para el uso de la sangre fresca.

Sangre deshidratada. La sangre que ha sido mezclada con productos de origen vegetal puede ser secada sobre una plataforma construida con ladrillo y cemento; y debe ser sometida a la exposición del sol. Las dimensiones de la plataforma dependen de las áreas disponibles para tal fin en la planta beneficio y de las necesidades, de acuerdo con las cantidades de animales que se desean beneficiar.

Para el mejor aprovechamiento del calor, la superficie de la plataforma se debe cubrir con pintura de color negro. Para el secado de la sangre, ésta se distribuye, ya mezclada, sobre la superficie de la plataforma, formando una capa de aproximadamente 7 cm de espesor y se expone al sol. Para facilitar la penetración del calor se debe rastrillar.

Si los días son soleados, a la sangre seca en dos o tres días se le puede añadir más sangre fresca y repetir el proceso, con el fin de aumentar la proteína. Si los días son lluviosos, se hace necesario disponer de cubiertas de material plástico o de lona, para cubrir la sangre colocada en la plataforma.

El proceso de secado en los secadores solares se puede acelerar con la aplicación de fuego por debajo de contenedores metálicos. El producto deshidratado se recoge en bolsas de plástico, empaques de fique o cestillos y se debe almacenar en ambiente seco o se transporta directamente a los centros de consumo animal.

Sangre cocinada. La sangre puede ser cocinada con el fin de suministrarla directamente como alimento para animales o como un paso para facilitar su secado. Para el efecto, se requieren los siguientes implementos:

- Recipientes para la cocción de la sangre.
- Sacos para el drenaje de la sangre cocida.
- Plataforma para el secado de subproductos.
- Recipientes para almacenamiento de harina de sangre.

Cocción de la sangre: Para tal efecto, se recoge la sangre higiénicamente. Esta se vierte en el recipiente de cocción y se calienta por debajo. Si se somete a temperatura de 80 °C durante 15 a 20 minutos, la sangre se puede convertir en una especie de morcilla y, para evitar que se queme, se agita con una cuchara de madera. El material obtenido se enfría y suministra a los porcinos y aves de corral.

Debido a que la sangre produce indigestión, el tracto digestivo que la consume se debe especializar. Al ganado porcino, se le puede suministrar la sangre cocinada durante la cría, levante o ceba, de la siguiente manera:

Semanas	Porcentaje en la dieta
Primera	1 %
Segunda	2 %
Tercera	3 %
Cuarta	4 %
Quinta	5 %
Sexta	6 %
Séptima	7 %

Sangre cocinada y deshidratada. Después de cocinada, la sangre se introduce en un saco poroso y se presiona para facilitar el escurrido del suero. Posteriormente, los

grumos de sangre cocinada se colocan en la plataforma de secado y se realizan las operaciones propias para la sangre deshidratada.

La sangre deshidratada se recoge en bolsas adecuadas y se almacena hasta por un mes en ambiente seco. La sangre cocinada-deshidratada se puede moler y constituye un rico alimento proteico para utilizar en la producción animal.

Uso de anticoagulante. Para que la sangre no se coagule, se puede utilizar el citrato de sodio en solución. Para su preparación se toma un litro de agua potable y se le adiciona 70 gr de citrato de sodio. Ésta solución es suficiente para impedir la coagulación de diez 10 litros de sangre. También el citrato de sodio se puede usar en forma directa, en proporción de 4 a 8 gr por litro de sangre.

Vísceras rojas

Las vísceras rojas una vez inspeccionadas y declaradas sanas, se consumen regularmente. Estas se pueden destinar para la elaboración de productos cárnicos (Venegas 1995).

Glándulas

Las glándulas de los animales y sus extractos pueden ser aprovechadas con fines terapéuticos dentro de lo que se conoce como opoterapia. Los preparados opoterápicos se utilizan casi siempre como medicamentos, pero de vez en cuando se utilizan adicionándolos a ciertos alimentos de características opoterápicas.

Con el auge mundial de la medicina alternativa se presenta una tendencia al consumo de productos naturales por parte de la población. Esto hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan

la utilización de materias primas naturales que no son aprovechadas en ningún sector productivo, convirtiéndose en una carga y fuente de contaminación.

El mercado internacional solicita subproductos para uso farmacéutico para suplir necesidades humanas. Así, se encuentran cerca de 40 medicamentos que se extraen de diferentes partes de los animales, los cuales se relacionan en la Tabla 3.

Aprovechamiento de la bilis

La bilis es un fluido complejo generado por la secreción hepática y modificada por la vía biliar, en su tráfico desde el hepatocito hacia la vesícula biliar y el intestino. Sus principales solutos son las sales biliares (68 %), lecitina (22 %), colesterol libre (4 %), proteínas (4.5 %) y bilirrubina (0.3 %). Las sales biliares son detergentes corporales naturales y se sintetizan exclusivamente en el hígado a partir de colesterol mediante una cascada enzimática.

Piñeros & Mejía (2005) lograron caracterizar y extraer el ácido desoxicólico y el ácido cólico a partir de la bilis del chigüiros, mediante un proceso no que requiere de tecnologías muy avanzadas y con materias primas y reactivos de fácil consecución. De esta forma, se demostró que es posible darle un valor agregado a los animales.

Manejo de la bilis a nivel rural. A nivel rural, la bilis se recoge con el fin de ser utilizada como detergente en la limpieza de instalaciones y equipos. El proceso de recolección inicia con la separación de la vesícula biliar, la cual se corta en su extremo inferior. La bilis se deposita en un recipiente provisto de un colador, retirando los cálculos biliares y otros materiales que se hayan depositado en él.

Tabla 3. Subproductos de animales para uso farmacéutico. Fuente: www.nppc.org.

Glándulas u órganos	Compuesto
Vesícula biliar	Ácido cólico
	Ácido deoxicólico
	Ácido quenodeoxicólico
	Ácido dehidrocólico
	Cortisona
Ovario	Progesterona
	Estrógenos
Cuerpo lúteo (Ovario gestante)	Relaxina
Páncreas	Glucagón
	Lipasa
	LPH (hormona lipotrópica, lipasa)
	Quimiotripsina
	Tripsina
	Pancreatina
Paratiroides	Hormona paratiroides
Glándula pineal (Epífisis)	Hormona melanógena
Pituitaria (Hipófisis)	Hormona de crecimiento (GH)
	Oxitocina
	TSH (hormona estimulante de tiroides)
	Hormona Antidiurética
	Hormona lactogénica
	Gonadotropina
	ACTH (hormona adrenocorticotrópica)
Estómago	Gastrina
	Renina
	Pepsina
	Mucina
Glándulas Adrenales	Epinefrina (adrenalina)
	Norepinefrina (noradrenalina)
	Corticosteroides
	Cortisona

Glándulas u órganos	Compuesto
Testículos	Hialuronidasa (invasina)
	Hormona androgénica
	Zinc
Tiroides	Tiroxina
	Calcitonina
	Tiroglobulina
Bazo	Extracto de bazo
Timo	Extracto del timo
Ojos	Zinc
Libro	Libro desecado
Corazón	Válvulas cardíacas
Intestinos	Heparina
	Secretina
Cerebro	Colesterol
	Hipotálamo
Sangre	Fibrina
	Plasma Fetal

Cuando se desea obtener bilis concentrada, se somete a temperatura alta, agítandola permanentemente para evitar que el producto se pegue en las paredes del recipiente. La bilis deshidratada tiene una consistencia pastosa y su almacenamiento se realiza en recipientes cerrados y a temperatura ambiente. Si la bilis se va a destinar como detergente, se recolecta según el procedimiento anterior y se usa en proporción de una parte de bilis por 5 de agua.

Cálculos biliares

Los cálculos biliares se recolectan mediante el empleo de recipientes cerrados dotados de tamices. Se lavan con agua limpia y se secan en ambiente cerrado, seco, manteniéndolos separados. Para su comerciali-

zación, se envuelven en papel suave o en algodón y se conservan protegidos para su posterior venta.

Piel

La calidad de las pieles crudas depende de las buenas prácticas aplicadas en la producción animal, de los cuidados que se tienen durante el transporte de los animales, de las buenas prácticas de manufactura en los mataderos y de la manipulación y conservación de las mismas. Las pieles de buena calidad son aquellas que están libres de defectos como rayones y defectos producidos por ectoparásitos.

Durante el faenado de los animales es frecuente que las pieles se deterioren o pierdan valor comercial a causa de diseños irregulares oca-

sionados en su obtención, así como por rayones y huecos producidos por el mal uso de los implementos de trabajo. Estos defectos tienen impacto en la industria de la curtiembre, ya que pieles defectuosas pierden valor en los mercados nacionales e internacionales.

Manejo y conservación de cueros y pieles. Para el manejo y conservación de las pieles de chigüiro, se recomienda la aplicación de salazón en seco. Para ello, primero se enjugan las pieles con abundante agua limpia con el fin de retirar las suciedades. Es necesario dejar escurrir el agua de la piel.

Tan pronto termine la limpieza y el escurrido, se coloca una capa de sal sobre la plataforma o piso de apilado. La piel se extiende sobre la plataforma dejando la cara del cuero desprovista de pelo (carnaza) hacia arriba, y posteriormente se le distribuye la sal uniformemente. Siempre con la carnaza hacia arriba se continúa su apilado y salado hasta lograr una altura aproximada de 1.5 m. Transcurridos 10 días de iniciado el proceso, la piel de la parte superior se pasa a la segunda plataforma, manteniendo la carnaza hacia arriba y se continúa el apilado hasta que el cuero de la parte inferior del primer montón resulte en la parte superior del segundo. Después de deshidratadas, las pieles se deben doblar siempre con la carnaza hacia dentro para evitar las pérdidas de sal y facilitar su transporte (Quiroga 2005).

Grasa

La grasa de los chigüiros se ha empleado tradicionalmente fundida para el tratamiento de enfermedades respiratorias y dolores articulares. Dado este uso, es un subproducto que puede ser bien valorado y que requiere de investigaciones por su potencial uso farmacéutico.

Cabeza

Al igual que con el ganado porcino, existe la posibilidad de utilizar la carne de la cabeza de los chigüiros para la elaboración de queso de cabeza. Es conveniente realizar pruebas para estandarizar su aprovechamiento.

Dientes

Por sus características, los dientes de los chigüiros podrían utilizarse para la confección de artesanías, seguramente apreciadas en forma especial por los mercados internacionales.

Huesos

Los huesos de los chigüiros pueden ser calcinados mediante la aplicación de calor o cocinados y molidos, con el propósito de obtener harinas que se destinan como fuente de minerales para la alimentación animal. La harina de hueso se puede obtener de la siguiente forma: cortar un tambor de petróleo o aceite, construir una parrilla para calcinar los huesos. Colocar los huesos sobre la parrilla y encender el fuego, revolver todos los huesos para que reciban el calor uniformemente y todos queden calcinados. Una vez calcinados, los huesos se dejan enfriar al aire y luego se pulverizan. La harina obtenida se almacena, en lo posible, en bolsas de papel o de plástico.

Manejo de "tripas" para empaque de embutidos

Los intestinos pueden someterse a limpieza y destinarse como envoltura de diversos productos cárnicos como morcillas y chorizos. Para la limpieza de las "tripas", se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Con la ayuda de un cuchillo, se separa el intestino delgado del resto de la víscera blanca, lo mismo que la grasa y demás adherencias presentes. El contenido intestinal se extrae, a partir de la unión del intestino con el estómago del chigüiro, en forma manual. Esta operación también se puede realizar mediante la inyección de agua fría. Los intestinos se voltean; lo cual logra su invaginación con chorros de agua o con una varilla corta. La tripa se sumerge durante varias horas en agua limpia, a la cual por cada litro se ha agregado un pocillo de sal, un pocillo de vinagre y jugo de limón.
2. Los intestinos se lavan con agua fría y luego se sumergen durante una hora en agua tibia, a temperatura cercana a 38 °C, para facilitar la eliminación de la mucosa interna. La mucosa del intestino se elimina mediante el raspado o la frotación con utensilios romos, sobre una superficie rugosa. Después, la tripa se lava con agua tibia hasta cuando su presentación sea transparente y sin olor. En seguida, a la tripa se le adiciona sal seca, en forma repetida, y se forman madejas que se deben almacenar en capas alternas con sal, dentro de recipientes de madera cerrados.

Obtención de harina de carne

Las carnes y subproductos no aptos para consumo humano se pueden aprovechar siempre y cuando se tomen en cuenta precauciones de orden higiénico-sanitarias. Es necesario que los trabajadores eviten, dentro de lo posible, ponerse en contacto directo con los materiales. Por ello se recomienda el uso de guantes de caucho. Así mismo, se deberá disponer de suficiente suministro de agua caliente.

Se deberá contar con recipientes adecuados para la cocción del material. El tiempo de cocimiento de las carnes y vísceras no deberá ser inferior a dos horas. Se debe limpiar y desinfectar todos los recipientes e implementos que estuvieron en contacto con los materiales.

Para la elaboración de la harina de carne y de vísceras se debe proceder de la siguiente forma:

1. Si se trata de canales, medias canales, cuartos o de trozos de carne con hueso, se cortan de tal manera que permitan su ubicación en los recipientes de cocción.
2. Las carnes con hueso, vísceras y despojos se cocinan por lo menos durante dos horas; luego se retira el material del recipiente y se deja enfriar.
3. La carne se separa del hueso.
4. El material blando se corta en trozos de aproximadamente 3 cm por lado.
5. El material se debe escurrir con ayuda de una malla metálica o de plástico.
6. Para la extracción de agua y grasa, de ser posible, con la ayuda de un saco poroso, se comprime el material.
7. Para su deshidratación, se coloca en las plataformas de secado.
8. El material seco se puede moler o utilizar directamente para la alimentación de animales.
9. Las carnes y vísceras fragmentadas, no deshidratadas, se pueden suministrar en forma directa para el consumo animal.

10. El almacenamiento del producto deshidratado se puede realizar en bolsas de plástico, sacos o cestillos, en ambiente seco.

Pelos

La demanda de pelos se enfoca a la confección de cepillos. Para su obtención, se lavan con agua fría, a continuación se sumergen en una solución de agua caliente con soda al 3 %. Posteriormente se enjuagan con agua fría y se secan bajo la sombra.

Pila de abono orgánico

El contenido ruminal, el estiércol, desperdicios de la planta beneficio, la sangre y diversos materiales vegetales se pueden utilizar en forma de capas alternas, para su aprovechamiento como abono orgánico. Para tal fin, se coloca sobre el lugar escogido una capa gruesa de material vegetal y sobre ella, los subproductos del beneficio de animales, en capas sobrepuestas, hasta formar un montón de aproximadamente 1.50 m de altura. Durante aproximada-

mente, dos meses, la pila debe revolverse, por lo menos dos veces, antes de utilizarla como abono orgánico. Desde el punto de vista higiénico-sanitario, para preparar las pilas de abono resulta ventajoso construir depósitos de abono orgánico.

Los aspectos referentes a la producción de abono orgánico, se encuentran en Mann (1990).

Decomisos

Dentro del esquema actual del beneficio de los animales, la sangre, cabeza, patas vísceras, pelos y decomisos, no son aprovechados, lo cual constituye una pérdida de materiales valiosos que podrían ser utilizados unos en nutrición humana y otros en nutrición animal o para uso agronómico. En este sentido es conveniente considerar el aprovechamiento integral de estos subproductos dentro de un proyecto específico. Con el propósito de evitar la contaminación ambiental y la proliferación de aves de rapiña, estos residuos se deben llevar a un foso séptico, para facilitar su proceso de degradación.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, “para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare” (2005).

Literatura Citada

Álvarez-Méndez, O & K. Barragán F. 2014. Estudios microbiológicos e histopatológicos en canales de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en el departamento de Casanare. Pp. 211-223, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O.

L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

- Divakaran, S. 1983. Industrialización y aprovechamiento de la sangre animal. Boletín de Servicio Agrícolas No. 32. FAO. Roma.
- Hidalgo, M. 2005. Marco legal de los subproductos animales. Disponible en http://www.consumaseguridad.com/web/es/normativa_legal/2005/01/24/16335.php (último acceso noviembre 2007)
- Mann, I. 1964. Preparación y aprovechamiento de los subproductos animales. Cuadernos de Fomento Agropecuario No. 75. FAO. Roma.
- Mann, I. 1990. Las pequeñas plantas de beneficio y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas OMS-FAO. Roma.
- Ockerman, H. W. & C. L. Hansen. 1994. Industrialización de subproductos de origen animal. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España.
- Piñeros, L. & L. Mejía. 2005. Estudio de factibilidad técnica de un proceso para la obtención de ácidos biliares (ácido desoxicólico y ácido cólico) a partir de la bilis de chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia.
- Quiroga, G. 2005. Manual de buenas prácticas para la producción y obtención de la piel de ganado bovino. Asociación Nacional de Empresarios ANDI y PROEXPORT. Bogotá.
- Quiroga, G. & O. Álvarez-Méndez. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 363-382, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Quiroga, G. & I. García. 2014. Evaluación de rendimientos en chigüiros. Pp. 383-396, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Quiroga, G. & J. L. García de Siles 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. 120. Roma.
- Quiroga, G. & V. Ortiz 1992. Planta de sacrificio de ganado – Matadero municipal. SENA –Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Quiroga, G., M. Velásquez, O. Gómez & E. Pinilla. 2003. Efecto de la relación de dilución de los eritrocitos de la sangre de ganado bovino en la precipitación de heme por hidrólisis ácida. Revista Colombiana de Ciencias Químico – Farmacéuticas. Volumen 32(1):58-64.
- SGS. 2004. Curso de auditoria interna a sistemas de gestión ambiental (ISO 14001). Manual del Practicante. Bogotá.
- Soltner, D. S. F. La production de viande bovine. Imprimerie H. Siraudeau. & Cie Angers. Paris.
- Universidad Nacional de Colombia. 2002. Evaluación de la viabilidad y factibilidad de la implementación de la estrategia de fortificación mediante el uso de hierro tipo heme. Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición y Dietética. Bogotá.
- Venegas, F. 1995. Procesamiento de subproductos animales comestibles. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. 123. Roma. 1995.

Prototipo de planta especializada para el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*)

Guillermo Quiroga Tapias¹, Ricardo Arenas Olmos² & Ingritts Marcela García Niño¹

¹ Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.

² Arquitecto proyectista, Independiente

Resumen

Debido a que en el país no existen plantas especializadas para el beneficio de chigüiros, presentamos un prototipo de planta especializada, diseñada teniendo en cuenta la normatividad vigente. Este trabajo tiene también el propósito de orientar a quienes están vinculados con las actividades de sacrificio, faenado y comercialización de la su carne y subproductos, sobre la importancia de la aplicación de buenas prácticas de manufactura en estas actividades. El prototipo se diseñó en una extensión aproximada de 54.00 m de longitud por 34.00 m de ancho, para un área total del lote de 1836.00 m². La edificación propuesta está concebida en un área de 300 m²; los corrales ocupan un área de 68 m², para un total de instalaciones construidas de 368 m². La planta permite beneficiar hasta cien animales adultos por día, dependiendo de la disponibilidad de personal y del nivel técnico que se aplique. Presentamos la serie de requisitos que se deben cumplir para la ubicación de la planta, su construcción y operación. Así mismo, presentamos detalles constructivos, áreas requeridas según las actividades a realizar y la dotación mínima que se requiere para su operación. Finalmente, presentamos un sistema para el manejo y tratamiento de residuos sólidos y líquidos.

Palabras claves: Planta de carnes, sacrificio, chigüiro, prototipo.

Abstract

In Colombia, there are no specialized plants for the benefit of capybaras. In this paper, we present a prototype of a specialized plant, designed according to current regulations. This work is also intended to guide those who are linked with the activities of the slaughter and commercialization of the meat and by-products of the capybara, about the importance of the application of Good Practices of Factory in these activities. The prototype was designed in an approximate extension of 54.00 m of longitude for 34.00 m of wide, for a total area of the lot of 1836.00 m². The proposed building would occupy an area of 300 m² and the corrals occupy an area of 68 m², for a total of built facilities of 368 m². The plant allows

to benefit up to a hundred mature animals per day, depending on the readiness of personal and of the technical level that is applied. We present the requirements that should be completed for the location of the plant, their construction and operation. In addition, we present the constructive details, areas required according to the activities to carry out and the minimum endowment that is required for their operation. Finally, we present a system for the handling and treatment of solid and liquids residues.

Key words: *Plant of meats, slaughter, capybara, prototype.*

Introducción

En la actualidad el aprovechamiento de las poblaciones silvestres de chigüiros se hace siguiendo el método tradicional de sacrificio mediante “el garrotazo”. Este método además de no ser humanitario, no cumple con las normas sanitarias actuales vigentes, afectando la calidad del producto y por lo tanto su valor económico.

Ante esta situación se hace indispensable disponer con protocolos captura, sacrificio y faenado de los chigüiros, enmarcadas en normas ambientales y sanitarias actuales, que aseguren una selección apropiada de individuos, un tratamiento humanitario de los animales, y la obtención de productos cárnicos de alta calidad. De la misma forma, es fundamental la elaboración del diseño de una planta de beneficio que cumplan con las normas técnicas y sanitarias nacionales e internacionales vigentes, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por las características biológicas de la especie y la calidad del hábitat.

En el contexto de la cadena productiva de la carne de chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la planta de beneficio constituye el eslabón principal que articula la producción de los animales y el aprovechamiento de la carne y los subproductos. Por consiguiente, es conveniente cambiar los

sistemas tradicionales que existen hoy en Colombia para el sacrificio y faenado de chigüiros, por métodos que permitan la obtención de carnes, subproductos y productos cárnicos inocuos y de calidad, que garanticen el logro de altos rendimientos económicos y aseguren la salud pública.

Por lo anterior, en el presente artículo exponemos las bases técnicas y legales que se deben tener en cuenta para la ubicación, diseño, construcción, dotación y puesta en marcha de una planta de beneficio de chigüiros, a partir de la presentación de un prototipo que cumpla con las exigencias en cuanto a la disponibilidad técnica, de dotación y del mercado. El prototipo de planta de beneficio que presentamos aquí, hace parte de los resultados obtenidos en el proyecto piloto de aprovechamiento de poblaciones silvestres desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia (UNAL-CORPORINOQUIA 2006). Este proyecto piloto fue realizado con el fin de desarrollar una propuesta técnica de buenas prácticas en el beneficio de chigüiros, siguiendo un protocolo para su captura, sacrificio y faenado, así como para la evaluación sanitaria de los mismos; y el manejo de subproductos y residuos provenientes de esta actividad (ver Quiroga & Álvarez-Méndez 2014).

Marco Legal

Con el propósito de aplicar las tecnologías limpias, competitivas y que garanticen el desarrollo sostenible, el proyecto se rige por las normas nacionales e internacionales que se presentan a continuación:

1. Código Sanitario Nacional. Ley 9 de 1979 (Ministerio de Salud 1979). Este hace referencia a las plantas de beneficio, la inspección *ante mortem*, el sacrificio, la inspección *post mortem* y el transporte de carnes.
2. Decreto 1036 de 1991 (Ministerio de Salud 1991), el cual hace referencia a las plantas de beneficio.
3. Decreto 3075 de 1997 (Ministerio de Salud 1997). Reglamenta parcialmente el Código Sanitario Nacional (Ley 09 de 1979) y establece las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Determina que la salud es un bien de interés público. En consecuencia, las disposiciones contenidas en este decreto son de orden público y regulan factores de riesgo por el consumo de alimentos.
4. Decreto 60 de enero 2002 (Ministerio de Salud 2002). Promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico- HACCP.
5. Decreto 1500 de mayo de 2007 (Ministerio de la Protección Social 2007) y sus modificaciones (Decretos 2965 de 2008; 2380, 4131, 4974 de 2009; 3961 de 2011 y 917, 2270 de 2012).
6. Ley 611 de 2000 del Ministerio del Medio Ambiente (MINAMBIENTE 2000). Referente al manejo sostenible de fauna silvestre y acuática.
7. Decreto 2820 de 2010 (MAVDT 2010). Referente a las licencias ambientales.
8. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Documentación 120, FAO, Roma 1994. En este documento se presentan los criterios para la construcción y operación de plantas de beneficio en áreas rurales (Quiroga, G. & J. L. García de Siles 1994)
9. *Códex Alimentarius* (Código Internacional recomendado para higiene de la carne fresca). Con el Código se recomienda la aplicación de prácticas generales de higiene en la manipulación de la carne para el consumo humano, con objeto de garantizar un producto inocuo saludable y sano (FAO & OMS 2009).
10. Documento de la Organización Mundial de la Salud-OMS. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO: Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo (Mann 1990).
11. Documento del Ministerio del Medio Ambiente: Guía ambiental para plantas de beneficio de ganado (MINAMBIENTE 2003)
12. Normas relacionadas con contaminación atmosférica, ruido y construcciones.

Localización de la planta de beneficio

Es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones para la selección del sitio donde será ubicada la planta de beneficio.

Terreno

- Debe estar aislado de construcciones vecinas, y ubicado en zonas donde no haya polución.
- Estará acorde con lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).
- Debe contar con un concepto favorable por parte de las autoridades ambientales y sanitarias.
- Estará alejado de acequias, barrancos y de zonas pantanosas.
- Si el nivel freático es superficial, implica hacer cambios en el planteamiento estructural (pilotes o placa flotante, columnas y vigas en concreto), lo cual incrementa los costos del proyecto.
- Contará con suficiente abastecimiento de agua potable o de pozo, con certificación de potabilidad.

- El área seleccionada para la planta, debe contar con fácil accesibilidad, servicios suficientes de agua, luz, y con facilidades para la evacuación de las aguas residuales.
- No se debe permitir la localización de la planta sobre terrenos de relleno sanitario o desechos contaminantes.
- La ubicación de la planta cerca de la zona de producción de los animales, reduce el costo del transporte de los animales vivos. Por otra parte, favorece la calidad y el rendimiento de la carne en canal, puesto que se disminuye el estrés y muertes causadas por viajes prolongados.

Topografía

El terreno debe ser preferiblemente ondulado, con drenajes naturales que permitan la evacuación de las aguas lluvias sin bombeo y aguas residuales por gravedad, hacia las fuentes receptoras. Además, es obligatorio efectuar un estudio de suelos, con el fin de determinar su tipología, nivel freático, permeabilidad, la clase de suelo y recomendaciones de cimentación y estructura.

Memoria descriptiva de la planta prototipo

Diseñamos el prototipo en una extensión aproximada de 54.00 m de longitud por 34.00 m de ancho, lo cual permite obtener un área total del lote de 1836.00 m².

El edificio

La edificación propuesta de planta prototipo esta concebida en un área de 300 m²; los

corrales ocupan un área de 68 m², para un total de instalaciones construidas de 368 m² (Figura 1). El prototipo está compuesto por las siguientes salas y áreas necesarias para el beneficio de hasta 100 animales adultos, en un turno de ocho horas de trabajo diario:

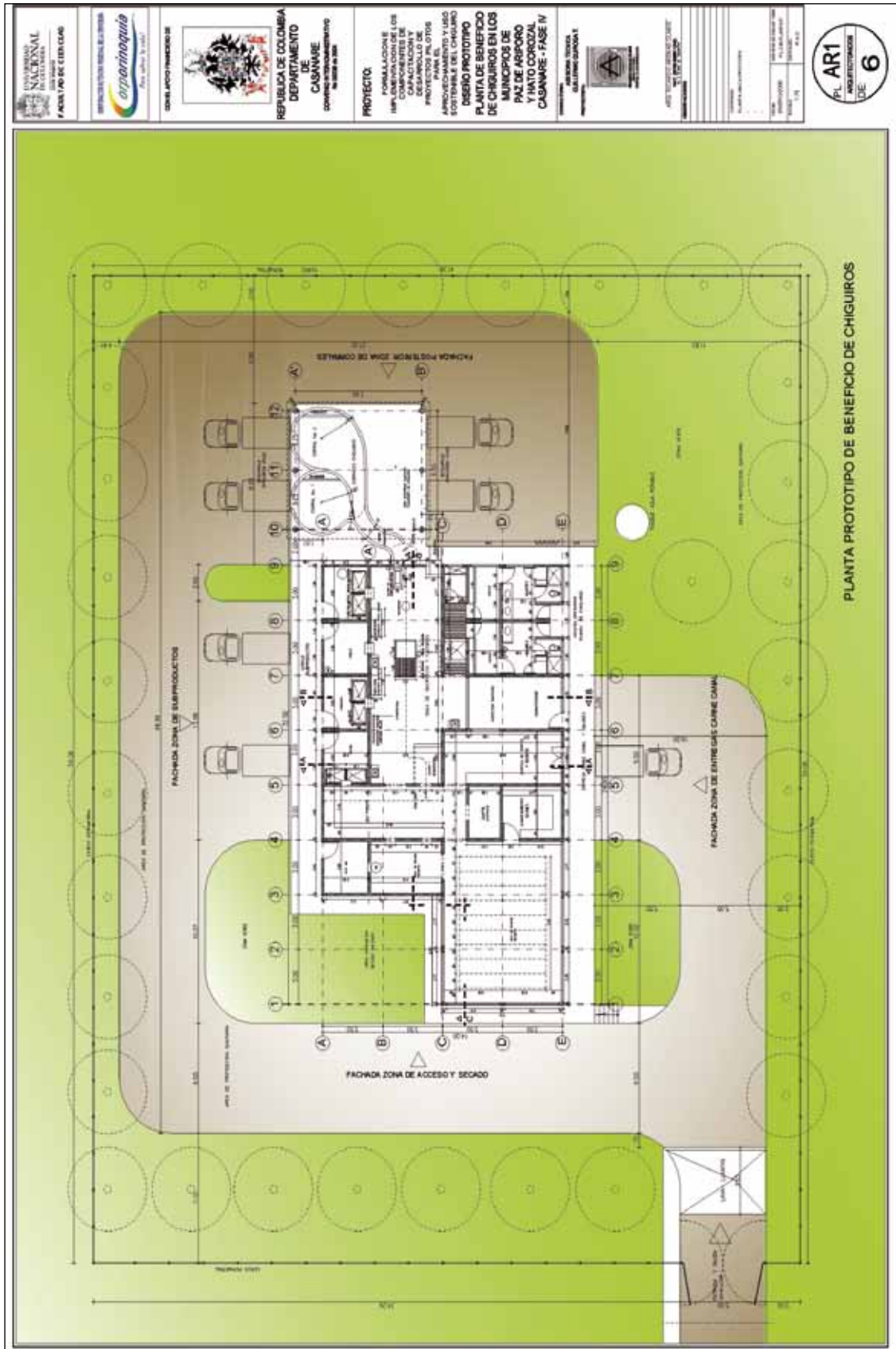


Figura 1. Prototipo de planta especializada para el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Plano arquitectónico. Fuente: UNAL-CORPORINOQUIA (2006).

Áreas y salas de producción

- Área de corrales68 m²
- Sala de sacrificio y faenado.....49 m²
- Cuarto frío5 m²
- Sala para el manejo de huesos7 m²
- Sala para el manejo de víscera blanca
..... 7 m²
- Sala para el manejo de pieles7 m²
- Sala para el manejo de cabezas, patas,
manos y sangre7 m²
- Sala de oreo y deshuese24 m²
- Sala de salado12 m²
- Deposito de sal7 m²
- Sala de secado salones.....61. m²
- Sala para el almacenamiento de salones
.....10 m²
- Área de entrega de producto final19 m²
- Circulación, muros y estructura...34 m²

Servicios

- Oficina de administrador e inspector sa-
nitario15 m²
- Área de sanitarios y vestieres.....29 m²
- Deposito aseo2 m²
- Área de acceso o control sanitario .5 m²
- Sistema de tratamiento de aguas resi-
duales
- Sistema de manejo de residuos sólidos
- Depósito de agua

Se ha considerado la posibilidad de aumentar el número de animales beneficiados, si se incrementa el número de turnos de trabajo o se efectúan ampliaciones locativas en el diseño original.

Definición de la infraestructura

El diseño corresponde al tipo de interés social, con una arquitectura sencilla para que sea de fácil construcción. Se utiliza una retícula estructural de 3.00 m x 3.50 m para evi-

tar grandes luces. Esta modulación de la estructura permite espacios mínimos de 10.00 m² promedio, que son apropiados para el desarrollo de las diferentes actividades.

El sistema es mampostería estructural de ladrillo a la vista dos caras, exceptuando el área interior de los diferentes procesos con pañete de 2 m de altura y pintura epóxica de color blanco. Se utilizan columnetas o dovelas de confinamiento embebidas en los muros. Se recomienda la utilización de la plataforma de aproximadamente 90 cm. de altura para evitar posibles riesgos de inundación en la sabana y simultáneamente, facilitar los procesos de cargue y descargue de los vehículos utilizados en la zona.

La carpintería de puertas y ventanearía es en lamina metálica calibre 18 con anticorrosivo y pintura al duco. Igualmente, se utiliza anejo plástico para la ventilación de las áreas internas y evitar el ingreso de insectos, aves y otras plagas. Se utilizan banos o aberturas en la parte superior del espacio central para poder evacuar el aire caliente y mantener una temperatura interior adecuada.

La cubierta es tipo cindutec o similar, para mantener una temperatura adecuada (Figura 2). El piso es afinado en mortero a la vista y pintado con pintura epóxica. En todas las aristas internas de unión del piso con los muros se utiliza guardaescoba en mediacaña con mortero epóxico, para evitar acumulación de suciedades y facilitar la higienización.

Acceso a la planta

Para el ingreso a la planta de beneficio se cuenta con un “filtro sanitario”. Este es el único punto de acceso del personal, el cual

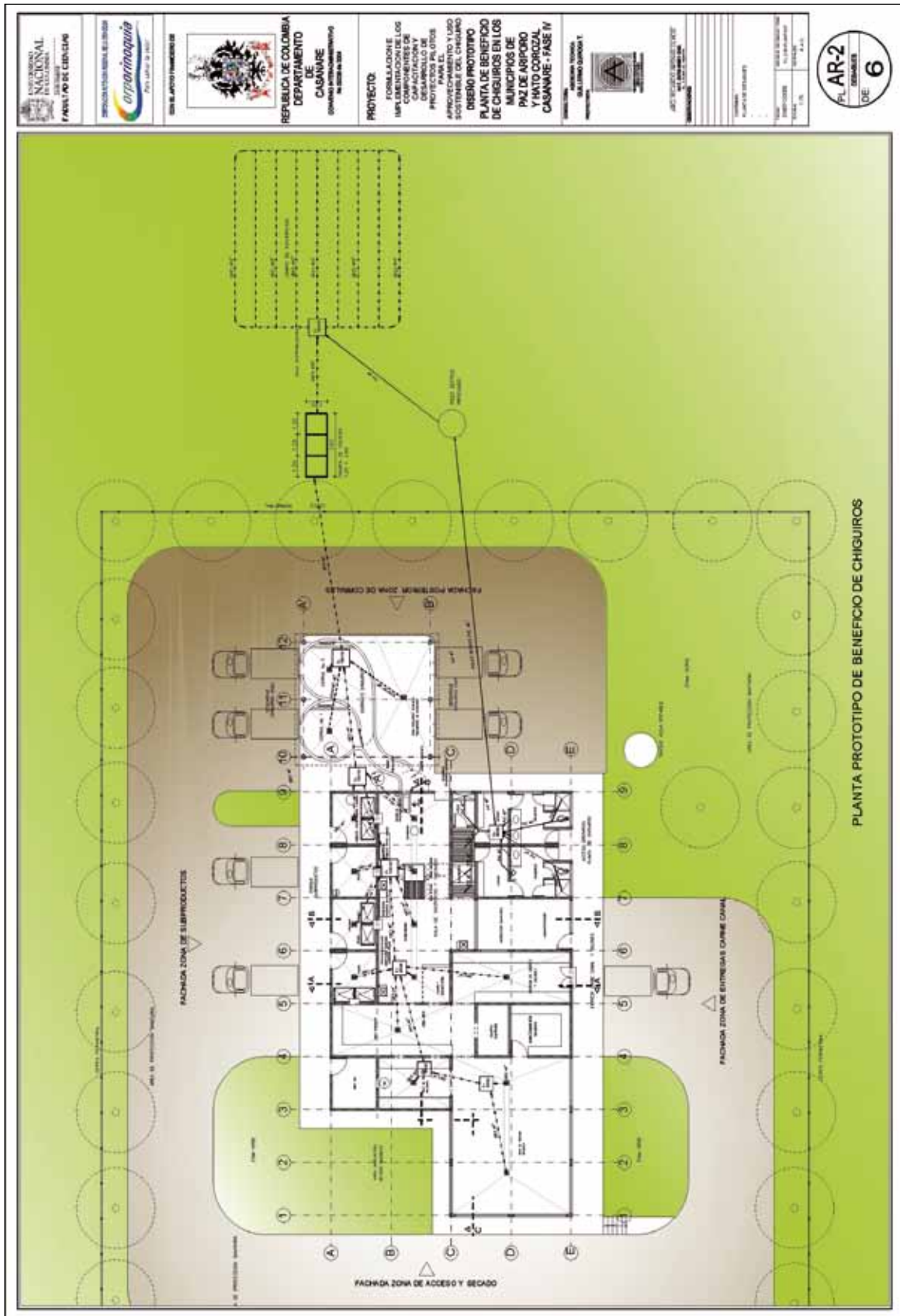


Figura 2. Prototipo de planta de beneficio especializada para chiguiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Plano de desagües. Fuente: UNAL-CORPORINOQUIA (2006).

se efectúa por medio de una exclusiva o punto de control donde hay baños, vestieres, duchas, lavabotas y lavamanos.

Dentro de los espacios requeridos se ubica estratégicamente una oficina para el inspector sanitario y el administrador de la planta. Esta oficina se localiza entre el acceso peatonal a la planta y la zona de entrega del producto final. La oficina se conecta visualmente con el interior en la parte del proceso.

El diseño presenta un único punto de entrega del producto final que es la carne de chigüiro en canal, los salones, cortes de carne, productos cárnicos y subproductos comestibles. Lo anterior, con el fin de tener un mayor control del funcionamiento de la planta y por seguridad, evitándose así pérdidas de productos o equipos.

La planta presenta la posibilidad de aplicar los procedimientos de sacrificio y faenado descritos por Quiroga & Álvarez-Méndez (2014) cuando el animal se caza en campo y se lleva muerto a la planta para proceso de faenado. La otra opción que se podría aplicarse es cuando el chigüiro es conducido vivo a la planta, se descarga en un corral o en un guacal y posteriormente se sacrifica y faena.

Servicios

Cuando se ubica la planta en la sabana, donde no se cuenta con servicios de energía eléctrica, acueducto ni alcantarillado, debe ser autosostenible y utilizar energía de tipo portátil transitoria, como por ejemplo plantas eléctricas o sistemas de energía solar. Para el abastecimiento de agua se recomienda la extracción profunda. Es necesario ubicar uno o varios tanques (preferi-

blemente de material de plástico) para el almacenamiento de agua, de acuerdo con los requerimientos de los volúmenes de sacrificio/día.

Aguas residuales

El agua que se utiliza en la planta de beneficio debe ser potable y, una vez utilizada, se convierte en agua residual. Por consiguiente, antes de ser enviada a las fuentes finales debe ser tratada.

En la planta de beneficio se generan dos tipos de aguas residuales; unas provienen de las diferentes áreas de proceso de la planta y otras son las aguas negras que se generan en los servicios sanitarios ubicados en el área de vestieres.

Instalaciones

En las Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6, presentamos nuestra propuesta del prototipo de planta de beneficio de chigüiros, cuyos componentes describimos a continuación:

Cerco perimetral. Cumple la función de impedir el acceso de personas o animales ajenos al establecimiento. Delimita todo el terreno y las instalaciones, lo cual facilita el manejo sanitario, ambiental y el control de inventarios y de visitantes.

Especificaciones. En el prototipo, proponemos un cerramiento perimetral en muro de ladrillo de 0.60 m. y malla a una altura de 2.40 m, como aislamiento apropiado y garantizado. Al mismo tiempo se plantea un cordón de árboles que sirva como aislamiento y protección sanitaria. La planta cuenta con una puerta para el ingreso y salida de vehículos y del personal; también con un pozo o lavallantas.

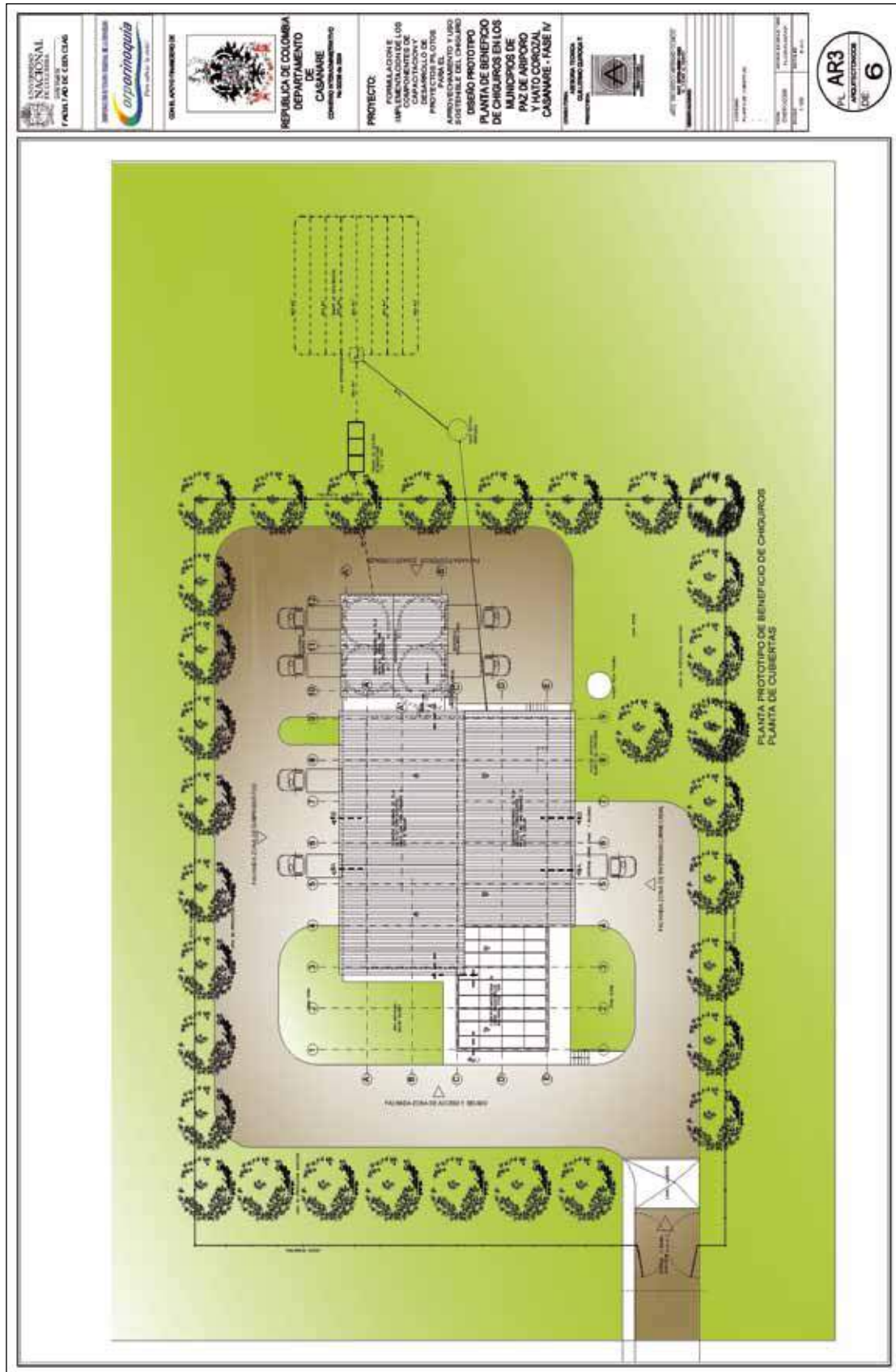


Figura 3. Prototipo de planta de beneficio especializada para chigueros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Planta de cubiertas. Plano arquitectónico. Fuente: UNAL-CORPORINOQUIA (2006).

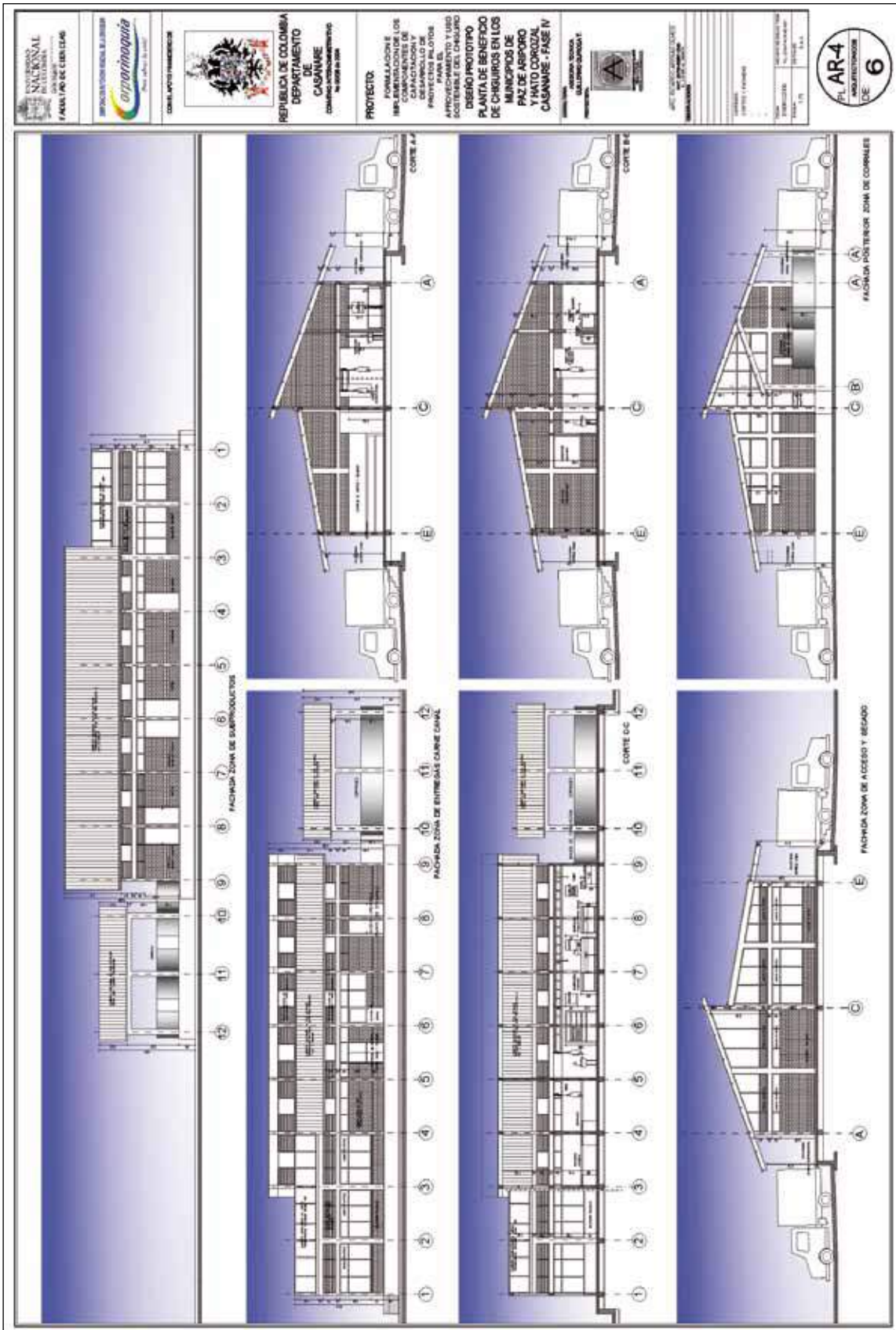


Figura 4. Cortes y fachadas del prototipo de la planta de beneficio especializada para chiguíros (*Hydrochoerus hydrochaeris*).
 Fuente: UNAL-CORPORINOQUIA (2006).

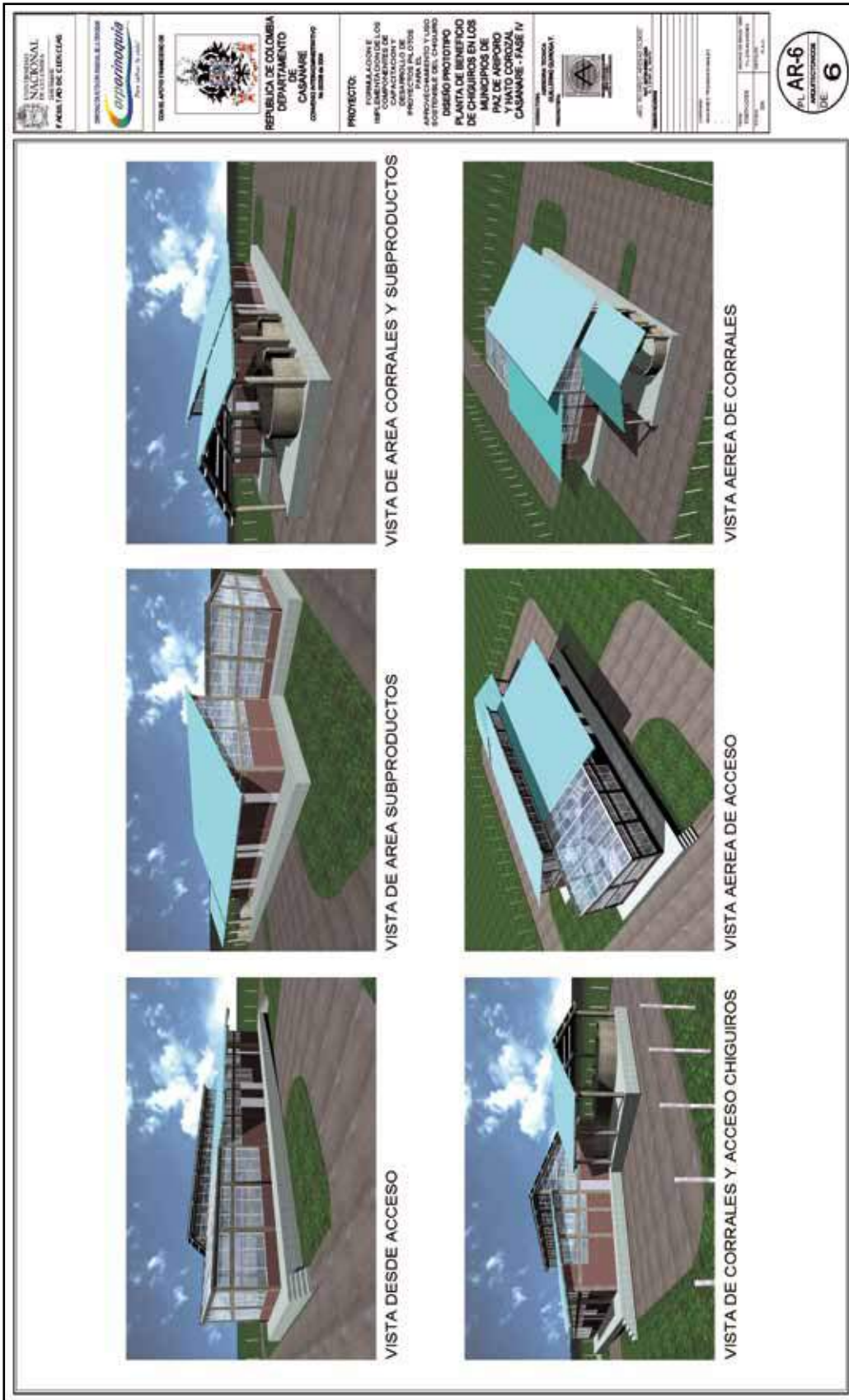


Figura 6. Vistas tridimensionales de los accesos, área de subproductos, y área de corrales del prototipo de planta de beneficio especializada para chiguirós (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Fuente: UNAL-CORPORINOQUIA (2006).

Área de protección sanitaria. Tiene por objeto separar las instalaciones de la planta del resto del ambiente. Se ubica a continuación del cerco perimetral.

Se proponen áreas duras en recebo perfectamente compactado, aplicando una rodadura asfáltica o de petróleo crudo como alternativa económica y efectiva.

Corrales. Los corrales están localizados a un costado de la edificación. Para su ubicación conviene tener en cuenta la dirección de los vientos. En el prototipo consideramos la construcción de dos corrales con diseño curvilíneo, con el propósito de evitar el maltrato de los animales. Los corrales se conectan con la sala de sacrificio por medio de una manga de conducción curvilínea.

Bebederos. Los corrales disponen de bebederos construidos en concreto o ladrillo recubierto.

Pisos: Para su construcción se recomienda el uso de material impermeable, antideslizante y resistente a la corrosión, con una pendiente mínima del dos por ciento (2 %).

En el proyecto planteamos todas estas áreas fundidas en concreto estriado. Los corrales de los chigüiros están diseñados con muros en ladrillo, pañete impermeabilizado y cinta de amarre en concreto armado.

Sala de sacrificio y faenado. Comprende el área cubierta donde se realizan todas las operaciones de sacrificio y la obtención de la canal y los subproductos comestibles y no comestibles.

Áreas de inspección sanitaria. La planta cuenta con sitios debidamente señalados para la inspección sanitaria de las canales y subproductos.

Área de lavado y desinfección de canales. En esta zona se realizan las operaciones posteriores a la evisceración, tales como el lavado y desinfección de las canales.

Zona de oreo. El oreo es un área ventilada donde las canales permanecen como mínimo cuatro horas con el fin de que la temperatura de la canal disminuya.

Sala de deshuese. En esta zona, las canales se deshuesan para la obtención de los salones o se cortan en piezas para ser enfriadas o empacadas y dispuestas en recipientes para su transporte.

Sala de salado. Corresponde al sitio donde se conducen los salones desde la sala de deshuese por medio de ventanillas para ser salados mediante la aplicación de sal en seco.

Sala de secado. Después de ser practicado el salado de los salones, se conducen a la sala de secado donde se cuelgan y se mantienen en proceso de deshidratación por algunos días.

Sala de almacenamiento de salones. Terminado el proceso de secado de los salones, se llevan a la sala de almacenamiento de salones, donde se disponen apilados antes de ser empacados para ser transportados hacia los centros de consumo.

Salas para conservación de carnes. Se trata de dos espacios; uno que se encuentra bien aislado con el propósito de ubicar el hielo cuando sea necesario disponer de un refrigerador o congelador para la conservación de las carnes frescas. El otro espacio se aprovecharía más para labores de empaque y manejo de las carnes frescas, antes de ser entregadas para su transporte hacia los centros de consumo.

Sala para el manejo de la sangre. Se trata de una sala donde se dispondrán recipientes de plástico para acopiar la sangre de los animales, antes de ser conducida a su destino final.

Sala para manejo de pieles. En este recinto se seleccionan, pesan y almacenan las pieles antes de ser despachadas a las curtiembres o ser conducidas al sitio de salado. Se plantea la posibilidad de contar con un área adicional para el almacenamiento y conservación de pieles, localizada a una distancia prudencial de la planta.

Recomendamos la construcción de un pequeño módulo independiente de las demás salas de proceso con el propósito de mantener las pieles saladas antes de ser conducidas a los sitios de procesamiento.

Sala para el manejo de cabezas, manos y patas. Es un salón aislado en donde se depositan las cabezas, las patas y las manos en forma transitoria.

Sala para el manejo de la víscera blanca. Es el área donde se produce la mayor cantidad de residuos sólidos. Estos se ubican en recipientes de plástico o carretillas para ser conducidos al foso séptico.

Sala para la manipulación de huesos. En esta área se reciben los huesos provenientes de la sala de deshuese, los cuales se depositan en recipientes de plástico o carretillas. Posteriormente se llevarán al proceso de calcinado.

Oficina. La planta cuenta con una oficina compartida por el coordinador de producción y el médico veterinario inspector.

Baños y vestieres. El prototipo presenta un solo sitio para el ingreso del personal a la planta. Se cuenta con un baño para hombres y otro para mujeres. Estos se comunican con la planta mediante un filtro sanitario para la higiene de las botas y las manos.

Área para servicios varios y mantenimiento. Corresponde a un pequeño local que se utilizará como almacén o bodega para utensilios pequeños e implementos de aseo.

Foso séptico. Consiste en un foso profundo de eliminación, que puede ser construido con materiales disponibles en la región. Si el nivel freático es demasiado alto, se podría considerar la posibilidad de elevar un poco la altura de los muros en la parte superior del foso.

En este foso, se podrán colocar todos de-comisos y subproductos no aprovechables.

Especificaciones: El foso tendrá un largo de 1.50 m, un ancho de 1.50 m. y una profundidad de 5.00 m. El foso debe disponer de una tapa construida en concreto reforzado, la cual dispone de un pequeño orificio central con tapa en concreto para introducir los materiales.

Sistema de manejo de aguas residuales. El sistema para el manejo de las aguas residuales de la planta, consta de los siguientes componentes (Figura 3):

Rejillas. Se usan para reducir los sólidos gruesos que son eliminados en las descargas líquidas del matadero, como pedazos de hueso, grasa, carne, piel y pelos. Son construidas en barras paralelas y removibles por tramos, con el fin de evitar el paso de material grueso. El espacio entre las barras puede ser de 1 a 2 cm.

Trampas de grasa: Su función es el de controlar o eliminar problemas ocasionados en los ductos de conducción de los vertimientos líquidos de la planta. Se usan para evitar la obstrucción en ductos por adherencia de grasa, que puede ocasionar el mal funcionamiento de los mismos. Una trampa de grasas, es un tanque en donde el flujo de desechos se altera suficientemente, para que éste se enfríe y encuentre condiciones de quietud, de forma que la grasa se aglomere, flote y se mantenga allí para su posterior remoción.

Tanque de sedimentación. Consiste en un proceso básico dentro del tratamiento preliminar de las aguas residuales de la planta, debido a que estas contienen un porcentaje relativamente alto de sólidos en suspensión que sedimentan con cierta facilidad. En el prototipo de matadero hemos considerado el alcance de éste manejo de las aguas residuales hasta la sedimentación primaria. El proceso final de tratamiento dependerá de los estudios y recomendaciones que se planteen para cada caso en particular.

Caja de distribución y campo de infiltración u oxidación. Las aguas que provienen del tanque de sedimentación se conducen

a una pequeña caja de distribución que se conecta con el campo de infiltración, donde se distribuyen las aguas por medio de tubos que permiten su filtrado (Figura 3).

Tanque séptico. Se requiere para el manejo de las aguas provenientes de los baños. Las aguas después de haber pasado por el tanque séptico, se conducen a la caja de distribución para ser conducidas al campo de infiltración.

Tanque de agua de reserva. Para el desarrollo de las labores de la planta de beneficio, se debe contar con uno o varios tanques para el almacenamiento de agua, de acuerdo con los volúmenes de animales que se benefician.

Equipos e implementos

El diseño y selección de los equipos corresponde a factores que en general permiten facilitar la labor de los operarios, es decir, reducir la manipulación de los productos y lograr una sanidad adecuada. Los equipos e implementos básicos de la planta de beneficio de chigüiros, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Equipos e implementos básicos para el prototipo de planta de beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*).

Descripción	Cantidad
Cajón de insensibilización. En tubería y lámina galvanizada. Puerta tipo guillotina de entrada y puerta lateral de descarga. Dimensiones: Ancho del piso 20 cm., altura 80 cm., ancho superior 40 cm., largo 100 cm. Con barras superiores para evitar la salida de los animales.	1
Pistola de perno cautivo. Con fulminantes.	1
Riel aéreo para proceso. Platina de 1" x 3/8".	21 m
Tanque para escaldado con canasta de volteo. Fabricado en acero inoxidable. Calentamiento con gas. 1m. x 1.20 m.	1
Mesa para depilado. Tubo galvanizado. 1m. x 1.20 m.	1
Ganchos de gambrel (tipo espernancador). Construidos en acero inoxidable.	20
Mesas en acero Inoxidable para inspección sanitaria 1.50 m. x 0.6 m.	2
Tasajera para colgado e Inspección de víscera Roja. En tubo galvanizado y 10 ganchos en acero inoxidable 1/4".	1
Hacha en acero inoxidable para el corte de esternón.	1
Lavamanos en acero inoxidable de accionamiento con rodilla o pedal.	3
Gavetas para operarios	6
Sierra manual	2
Percha para secado de salones. Maderplax: 65 metros lineales. Con 12 soportes.	Global
Bomba manual de aspersión para 20 litros.	1
Carretillas para transporte de residuos	3
Cuchillos rectos de 10"	10
Cuchillos para deshuese de 6"	10
Chairas (afiladores) de 12"	5
Porta cuchillos	5
Ganchos de inspección	3
Ganchos de deshuese	5
Recipientes de plástico, mangueras y otros	Global

Agradecimientos

Este trabajo fue desarrollado dentro del Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013, suscrito entre la Corporación Autónoma de la Orinoquía-CORPORINOQUIA y la Universidad Nacional de Colombia, "para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare" (2005).

Literatura Citada

- Chambers, P. G. & T. Grandin. 2001. Guidelines for humane handling, transport and slaughter of livestock. FAO – Humane Society International. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación -FAO. Roma.
- FAO & OMS (Organización Mundial de la Salud & Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. *Codex Alimentarius. Producción de alimentos de origen animal*. Roma.
- López, V. R. & V. A. Casp. 2004. Tecnología de mataderos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Lorente, L. A., A. C. Supelano, C. A. Ulloa, L. Balcazar & L. Jaramillo. 1985. Criterios generales para proyectos de mataderos en Colombia. CEGA. Bogotá.
- Mann, I. 1990. Los pequeños mataderos y la higiene de la carne en los países en desarrollo. Normas. OMS -FAO. Roma.
- MINAMBIENTE (Ministerio de Medio Ambiente). 2000. Ley 611 del 17 de agosto del 2000 “por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática. Colombia.
- MINAMBIENTE (Ministerio del Medio Ambiente). 2003. Guía ambiental para plantas de beneficio de ganado. Bogotá. Colombia.
- Ministerio de la Protección Social. 2007. Decreto 1500 del 4 de mayo de 2007 “por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1979. Ley 9 del 24 de enero de 1979 “por el cual se dictan Medidas Sanitarias”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1991. Decreto 1036 del 18 de abril de 1991. “por el cual se subroga el Capítulo 1 del Título 1 del Decreto Número 2278 de agosto 2 de 1982”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 1997. Decreto 3075 de 1997 “por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones”. Colombia.
- Ministerio de Salud. 2002. Decreto 60 del 18 de enero 2002. “por el cual se promueve la aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico- HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación”. Colombia.
- Quiroga, G. 1999. Diagnósticos y estudios para la reestructuración de los mataderos en Cundinamarca. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA. Universidad Nacional de Colombia, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobernación de Cundinamarca.
- Quiroga, G. 2004. Criterios básicos para la construcción y operación de plantas de beneficio animal. Seminario de políticas e instrumentos para el mejoramiento ambiental del subsector de la carne. Ministerio del Medio ambiente. Bogotá, D.C.
- Quiroga, G. & J. L. García de Siles 1994. Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO. Estudio FAO. Producción y sanidad animal. 120. Roma.
- Quiroga, T. G. & O. Álvarez-Méndez. 2014. Buenas prácticas en el beneficio de chigüiros (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Pp. 363-382, en López-Arévalo, H. F., P. Sánchez-Palomino & O. L. Montenegro (eds.). *El chigüiro Hydrochoerus hydrochaeris en la Orinoquía Colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- UNAL & CORPORINOQUIA (Universidad Nacional de Colombia & Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía). 2006. Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 para la Investigación Científica para la implementación de la fase (IV) para la conservación y uso sostenible de la especie chigüiro, en el departamento de Casanare. Bogotá. Informe final.

UNAL & ICTA (Universidad Nacional de Colombia & Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos). 1995. Memorias curso-taller: Bases para el diseño y operación de mataderos. Bogotá, D.C.

UNAL, ICTA & ICA (Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos & Instituto Colombiano Agropecuario). 2003. Memorias: Curso – taller para inspectores frigoríficos de exportación: Actualización en tecnología e inspección sanitaria de la carne. Bogotá D.C.

LOS EDITORES

HUGO FERNANDO LÓPEZ-ARÉVALO

Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia, con Maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional en Heredia (Costa Rica) y Doctorado en Ciencias del Instituto de Ecología en Xalapa, A.C. (Veracruz, México). Es miembro fundador de la Asociación Latinoamericana de Conservación de Vida Silvestre-ALCOM. Miembro fundador y líder del Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia; grupo que en el año 2012 recibió el Premio Nacional al Mérito Científico de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC, en la modalidad de Grupo de Investigación de Excelencia. Se desempeña como docente de pregrado y posgrado del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. Sus principales líneas de investigación son la conservación en áreas protegidas, sistemática y ecología de mamíferos, gestión y manejo de fauna para su conservación y uso sostenible.

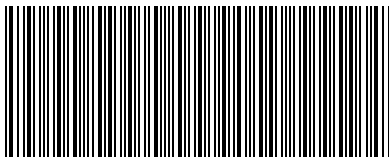
PEDRO SÁNCHEZ PALOMINO

Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia, con Maestría en Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional en Heredia (Costa Rica) y candidato a Doctor en Ciencias Biología (Línea Ecología) de la Universidad Nacional de Colombia. Es miembro fundador del Grupo en Conservación y Manejo de Vida de la Universidad Nacional de Colombia. Se desempeña como docente de pregrado y posgrado, adscrito al Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá. Sus investigaciones se han enfocado principalmente en la ecología de poblaciones de fauna silvestre, ecología del movimiento animal y manejo y conservación de vida silvestre.

OLGA L. MONTENEGRO

Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia, M.Sc y Ph.D. en Ecología y Conservación de Vida Silvestre de University of Florida (USA). Miembro del Grupo en Conservación y Manejo de Vida de la Universidad Nacional de Colombia y miembro del IUCN/SSC Tapir Specialist Group (TSG). Se desempeña como docente de pregrado y posgrado del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá y actualmente es Directora del Área Curricular de Biología de esta Universidad. Sus principales líneas de investigación son la conservación de la vida silvestre, principalmente mamíferos; inventarios biológicos rápidos; ecología aplicada de poblaciones y distribución de especies.

El chigüiro *Hydrochoerus hydrochaeris* en la Orinoquía colombiana: Ecología, manejo sostenible y conservación se terminó de imprimir en agosto de 2014 por Panamericana Formas e Impresos S.A. Calle 65 No. 95-28, Bogotá. Se imprimió un tiraje de 350 ejemplares, con fuente de Garamond en papel propalmate de 90 gr y la carátula en propalmate de 240 gr.



978-958-761-922-5

[View publication stats](#)

