

# 3 Uso del modelo de Simulación para evaluar alternativas de manejo



**DECANO FACULTAD DE CIENCIAS**

MOISÉS WASSERMAN

**DIRECTOR DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

JOHN DONATO

**DIRECTOR INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES**

GLORIA GALEANO

**GRUPO EN CONSERVACIÓN Y MANEJO DE VIDA SILVESTRE****EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO**

HUGO FERNANDO LÓPEZ-ARÉVALO, *Profesor Asistente Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Director Proyecto*

PEDRO SÁNCHEZ PALOMINO, *Profesor Asistente Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Codirector Proyecto*

GUILLERMO QUIROGA TAPIAS, *Profesor ICTA, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*

ELIZABETH MESA-GONZÁLEZ, *Bióloga M.Sc., Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias*

NATALIA ATUESTA-DIMIÁN, *Bióloga, Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias*

ANGELA A. CAMARGO-SANABRIA, *Bióloga, Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias*

ANGÉLICA GUZMÁN-LENIS, *Bióloga, Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias*

OSCAR ÁLVAREZ-MÉNDEZ, *Médico Veterinario, Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias*

ROBERTO DELGADO, *Zootecnista*

DIANA TOVAR, *Economista*

RICARDO ARENAS, *Arquitecto*

**AUXILIARES DE CAMPO**

MISAEOLMOS

JERZAIN OLMOS

PEDRO MARRERO

**AUTORES**

ÁNGELA A. CAMARGO-SANABRIA

ANGÉLICA GUZMÁN-LENIS

ELIZABETH MESA-GONZÁLEZ

NATALIA ATUESTA-DIMIÁN

OSCAR ÁLVAREZ-MÉNDEZ

**COORDINACIÓN DE EDICIÓN**

ELIZABETH MESA-GONZÁLEZ

**DIRECTOR GENERAL CORPORINOQUIA**

HÉCTOR ORLANDO PIRAGAUTA RODRÍGUEZ

**SUBDIRECTOR CONTROL Y CALIDAD AMBIENTAL**

OMAR SIERRA MEDINA

**INTERVENTOR DEL PROYECTO**SAULO ORDUZ LATORRE, *Profesional Universitario***GOBERNADOR (E) DE CASANARE**

HELI CALA LÓPEZ

**SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y MEDIO AMBIENTE**

ALIRIO ARENAS

**DIRECTORA DE MEDIO AMBIENTE**

ELIZABETH PUERTO PUERTO

Con el apoyo de los habitantes locales y miembros de las diferentes asociaciones, en especial ASOCHIPA.

Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias – Universidad Nacional de Colombia A.A 7495, [www.posgradobiologia.unal.edu.co/m\\_maneyconse.php](http://www.posgradobiologia.unal.edu.co/m_maneyconse.php)

Este trabajo hace parte de las actividades adelantadas por el grupo en Conservación y Manejo De Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia, a través del convenio entre la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia y La Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia CORPORINOQUIA -Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 de 2005, 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.

La presente publicación se financió con recursos de la Gobernación de Casanare -Convenio interadministrativo No. 00238 del 24 de noviembre de 2004 celebrado entre la Gobernación de Casanare y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia Colombiana "CORPORINOQUIA", para el Apoyo al Conocimiento, Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad del Departamento de Casanare.

© 2006

Derechos reservados conforme a la ley, los textos pueden ser utilizados total o parcialmente citando la fuente.

**Esta obra debe ser citada de la siguiente manera:****Si cita toda la guía:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-CORPORINOQUIA. 2006. Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquia colombiana. Guía de capacitación. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia - Corporinoquia. Bogotá, Colombia.

**Si cita esta cartilla:**

MESA-GONZALEZ, E. 2006. Uso del modelo de simulación para evaluar alternativas de manejo. Cartilla 3. En: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-CORPORINOQUIA. 2006. Registro y análisis de la información para el manejo sostenible de las poblaciones silvestres de chigüiros y sus hábitats en la Orinoquia colombiana. Guía de capacitación. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia - Corporinoquia. Bogotá, Colombia.

Palabras claves: Chigüiro, aprovechamiento sostenible, poblaciones, hábitat, sacrificio y faenado, movimientos.

**Diseño y Diagramación:**

ÁNGELA MARÍA GIL RODRÍGUEZ

**Fotos portada guía:**

NATALIA ATUESTA DIMIÁN

LAIN PARDO V.

ELIZABETH MESA-GONZÁLEZ

**Fotos portada cartillas:**

OSCAR ÁLVAREZ-MÉNDEZ

LAIN PARDO V.

# PRESENTACIÓN

El chigüiro *Hydrochaeris hydrochaeris*, elemento importante y característico de las sabanas inundables de la Orinoquia colombiana, es considerado por distintas comunidades humanas como un recurso aprovechable económicamente. Sin embargo, el uso irracional de este recurso ha llevado a su sobreexplotación y con ello a la acelerada disminución de sus poblaciones silvestres. Concientes de esta situación, en los últimos años tanto autoridades ambientales como el gobierno local, han apoyado distintas investigaciones con el fin de establecer herramientas metodológicas, técnicas y científicas que den pautas para recuperar, conservar y usar sosteniblemente las poblaciones de esta especie.

Dentro del proceso de investigación que se ha desarrollado recientemente, el grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre de la Universidad Nacional de Colombia, a través del convenio entre la Facultad de Ciencias y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia CORPORINOQUIA -Convenio interadministrativo No. 160-12-02-05-013 de 2005, 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-, ha planteado una serie de metodologías para que el manejo y aprovechamiento de las poblaciones silvestres se haga de forma ecológicamente sostenible y siguiendo los lineamientos dictados por normas ambientales y sanitarias.

Como producto de un continuo trabajo multidisciplinario, ensayos piloto en campo, discusiones técnicas con especialistas en el tema, talleres con los usuarios del recurso y la autoridad ambiental regional, se ha desarrollado la presente guía de capacitación. Esta guía estructurada en cinco cartillas independientes, reúne métodos de campo y de análisis que han sido estandarizados y ajustados para: 1) Evaluar la calidad del hábitat disponible para el chigüiro; 2) Evaluar sus poblaciones silvestres, 3) Estimar la cosecha de individuos mediante un modelo de simulación; 4) Usar métodos adecuados para el sacrificio y faenado de chigüiro, y 5) Estudiar el movimiento de individuos. Cada uno de estos temas es abordado en una cartilla, de acuerdo al orden de las etapas a seguir para aprovechar sosteniblemente las poblaciones de chigüiros.

Las cartillas fueron elaboradas en un lenguaje claro y sencillo, de forma que pudieran ser usadas tanto por los usuarios del recurso como por las autoridades ambientales. En cada una de las cartillas se podrán encontrar los conceptos básicos de la

respectiva temática, su importancia y los pasos a seguir en cada método de registro de información de campo, así como para el análisis de la información utilizando programas de computador (software) especializado. La guía en general es desarrollada en forma de preguntas, acompañada por ilustraciones en la mayoría de los casos. Al final de cada cartilla se presenta un glosario que reúne algunos términos específicos que han sido resaltados en color dentro del texto.

Conocer cómo usar un modelo de simulación para evaluar diferentes alternativas de manejo y establecer cuántos individuos pueden aprovecharse o extraerse sosteniblemente de la población, es el tema central de esta tercera cartilla. Aquí, se integra la información de hábitat y poblaciones, obtenida con los métodos expuestos en la cartilla 1 “Evaluación del hábitat disponible para el chigüiro” y en la cartilla 2 “Evaluación de poblaciones de chigüiro”, para realizar simulaciones de las poblaciones y evaluar diferentes alternativas de cosecha. Esta cartilla está dirigida específicamente a las autoridades ambientales, ya que se indica paso a paso cómo usar un modelo de simulación como una herramienta para apoyar decisiones de manejo para el aprovechamiento sostenible y la conservación de los chigüiros. Es de aclarar que el modelo de simulación se encuentra solo en CORPORINOQUIA.



# 3.1. Simulación de alternativas de manejo para el aprovechamiento sostenible de poblaciones silvestres de chigüiros

*Elizabeth Mesa-González*

*Bióloga M.Sc.*

*Grupo en Conservación y Manejo de Vida Silvestre  
Universidad Nacional de Colombia*

## OBJETIVO GENERAL

Conocer el uso de un modelo de simulación de la dinámica de poblaciones silvestres de chigüiros como una herramienta para probar alternativas de manejo y apoyar las decisiones para su **uso sostenible** y conservación.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la importancia de la simulación de la dinámica poblacional en el manejo de la vida silvestre.
2. Conocer de forma general el funcionamiento del programa de simulación STELLA.
3. Aprender el manejo del modelo de simulación de la dinámica poblacional de chigüiros.
4. Probar diferentes alternativas para recomendar acciones de manejo relacionadas al aprovechamiento sostenible y la conservación de la **población** de chigüiros.
5. Conocer los criterios que apoyan la toma de decisiones.

## CONCEPTOS E IMPORTANCIA

### 1. ¿Qué es la dinámica poblacional?

La dinámica poblacional es el cambio numérico de la población a través del tiempo. La dinámica de una población puede ser afectada por los nacimientos, las muertes, la reproducción, y el movimiento o migración

de los individuos. Así mismo, la dinámica poblacional puede ser afectada por factores ambientales y antrópicos.

## 2. ¿Por qué es importante analizar la dinámica poblacional?

La población es el eje central de los programas de manejo, cuyo éxito depende en gran medida del conocimiento de la estructura, la función y sobre todo de la dinámica poblacional. El conocimiento y análisis de la dinámica poblacional permite hacer predicciones de las tendencias probables de una población, es decir, si esta crece, decrece o se mantiene estable a través del tiempo. El estudio y conocimiento de la dinámica de poblaciones es un paso preliminar antes de realizar alguna acción de manejo o intervención humana sobre la vida silvestre. El conocer la tendencia de la población permite ajustar los programas o planes de manejo y orientar su desarrollo hacia un objetivo específico, ya sea para el aprovechamiento, el control o la conservación de las poblaciones.

Por ejemplo, cuando se desea guiar el manejo hacia el uso sostenible, el análisis de la dinámica poblacional puede ser usado para obtener estimativos de las posibles tasas de cosecha de poblaciones que quieren ser aprovechadas. Si por el contrario se quiere recuperar la población, a través de este análisis se podría evaluar los cambios en la población al introducir un determinado número de individuos.

## 3. ¿Cómo puedo analizar la dinámica de las poblaciones de chigüiros?

La dinámica de las poblaciones de chigüiros puede ser analizada con la ayuda de un modelo de simulación. Un modelo es una abstracción o representación de la realidad; es la descripción formal, ya sea física, matemática, verbal o gráfica de los elementos más esenciales de un problema o un sistema de interés, en este caso la población de chigüiros. Un modelo está compuesto por un conjunto de elementos y un conjunto de relaciones que especifican las interacciones entre ellos.

En la construcción y uso de modelos se utilizan como herramientas la matemática avanzada, la estadística y los programas de computador.

## 4. ¿Por qué es importante un modelo?

Los modelos son importantes porque con ellos es posible:

- ◆ Describir de forma simple una colección de datos.
- ◆ Entender cómo opera mecánicamente un sistema en particular teniendo en cuenta el proceso que lo gobierna.
- ◆ Pronosticar, ya sea intentando proyectar el comportamiento del sistema basado en ciertos supuestos o intentando predecir su comportamiento futuro bajo diferentes estrategias o alternativas de manejo.
- ◆ Controlar, cuando el sistema tiene varios componentes que están bajo el control humano, el modelo puede ser usado para determinar cómo aplicar un control para obtener ciertos objetivos.

Los modelos están siendo usados ampliamente ya que son más simples que los sistemas del mundo real, y por lo tanto ofrecen al investigador, manejador o administrador de recursos de la vida silvestre una

mejor oportunidad de comprender o controlar el sistema real, el cual puede ser más complejo. Al construir un modelo de un sistema natural se puede estudiar y manipular un sistema mucho más simple. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que es imposible construir un modelo exactamente igual al sistema real.

## 5. ¿Qué es simulación?

La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él. La simulación tiene como finalidad aprender el comportamiento del sistema o evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del mismo a lo largo de grandes periodos de tiempo.

La simulación puede considerarse como la técnica para realizar, con un computador, experimentos relativos a **sistemas dinámicos** reales (por ejemplo una población) en un período de tiempo determinado. En otras palabras, la simulación es el uso de un modelo en computador, para imitar o describir paso a paso el comportamiento del sistema dinámico de interés y estudiar cómo evolucionan a lo largo del tiempo los datos observados. En este caso, la simulación se usa para observar cómo cambia la abundancia de las poblaciones silvestres de chigüiros a través del tiempo.

## 6. ¿Qué ventaja tiene la simulación?

La simulación tiene la ventaja de permitir estudiar el sistema, en este caso la población de chigüiros, sin modificarla. Con la simulación es posible probar diferentes alternativas de cosecha y observar la respuesta de la población en unos cuantos minutos. Una vez se analicen los resultados es posible seleccionar la cuota o tasa de cosecha que cause el menor impacto en la población, es decir aquella que no afecte considerablemente su productividad y crecimiento en el futuro.

# MÉTODOS DE ANÁLISIS

## 7. ¿Qué programa de computador puedo usar para hacer una simulación de la dinámica poblacional?

En la actualidad existen varios programas de computador considerados como herramientas interactivas y poderosas para conceptualizar, construir y probar modelos de sistemas dinámicos. Estos programas permiten hacer simulaciones donde se generan gráficas de tiempo en un paso sencillo y con cálculos simples, permitiendo la visualización de las proyecciones obtenidas a partir de unos datos iniciales.

Entre los programas de computador que existen para realizar modelos y simulaciones se encuentra STELLA de Isee System, Inc. El programa STELLA se caracteriza por usar una **interfase iconográfica** que facilita la construcción de las estructuras del modelo, y permite la creación de una **interfase interactiva** que facilita el uso del modelo sin necesidad de involucrarse con la formulación o los cálculos internos.

El programa STELLA al igual que otros programas que existen para hacer simulaciones, tiene la ventaja de poder integrar variables de distinta naturaleza (sociales, económica, biológicas y otras) dentro del modelo de simulación.

## 8. ¿Cómo puedo conseguir el programa STELLA?

STELLA es un programa de uso comercial, por lo cual debe ser comprado. Para ello, deberá ingresar a la página electrónica de Internet: <http://www.hps-inc.com> ó <http://www.iseesystems.com> de la empresa Isee System, Inc (antes High Performance System, Inc.), donde en la actualidad se vende el programa STELLA versión 8.1, tanto para el sistema operativo Windows como Macintosh.

Para realizar la compra seleccione en el cuadro de menú de la página, la opción Purchase y haga clic en Online Store. En este sitio encontrará disponible el programa para diferentes tipos de usuarios. El precio del programa varía de acuerdo a la naturaleza del comprador, que puede ser profesionales, una universidad ó una institución de beneficencia. Seleccione el tipo de comprador de acuerdo a su conveniencia. Aparecerán los diferentes productos que ofrece esta compañía. Seleccione la opción para comprar la licencia (License) y oprima Add to cart. Siga las instrucciones para registrar la compra.

En el registro de compra deberá ingresar una dirección de correo electrónico para que le envíen a través de este medio, el password o contraseña, el número de registro de la licencia y las instrucciones para bajar o descargar a través de Internet este programa. Cuando reciba esta información vía correo electrónico, usted deberá ingresar nuevamente a la página de Internet de la empresa Isee System, Inc. y seleccionar la opción Support y en esta escoja Download/Register Software, e ingrese su dirección de correo electrónico y el password o contraseña que le enviaron. Siga las instrucciones para descargar e instalar el programa.

En la página de Internet de esta empresa podrá encontrar versiones de STELLA más económicas, pero que no le permiten salvar sus datos, análisis o las distintas corridas del modelo. Así mismo, en este sitio podrá obtener gratis el programa Isee Player 8, que le permite correr el modelo pero no salvar sus resultados, siendo esto una gran desventaja.

Para usar el programa STELLA se necesita que el computador tenga como mínimo un procesador Pentium de 233 MHZ, tener Windows 98 / 2000 / XP, 64 MB en RAM, 70 MB de espacio libre en el disco duro y una tarjeta Soundblaster.

## 9. ¿Qué debo conocer del programa STELLA?

Al entrar al programa STELLA observará la pantalla mostrada en la figura, donde se encuentran varios iconos que reúnen los controles del programas, los componentes que permiten construir el modelo, las herramientas para modificar la estructura del modelo y los elementos que le permiten mostrar los resultados obtenidos con el modelo, en forma de gráficas o tablas de datos. Sin embargo, estos





iconos no serán tratados en esta cartilla, ya que el objetivo no es la construcción de un modelo sino el uso de un modelo ya existente.

En la parte superior de la pantalla mostrada en la figura encontrará la barra de menús los cuales tiene las siguientes funciones:

- ◆ **File:** Permite abrir, cerrar, salvar e imprimir los archivos y cambiar las opciones que trae por defecto el programa.
- ◆ **Edit:** Permite seleccionar, copiar y pegar.
- ◆ **Model:** Fija las preferencias del diagrama del modelo.
- ◆ **Run:** Establece las especificaciones del tiempo y corre la simulación.
- ◆ **Help:** Contiene toda las ayudas de relacionadas a la construcción del modelo y la simulación.

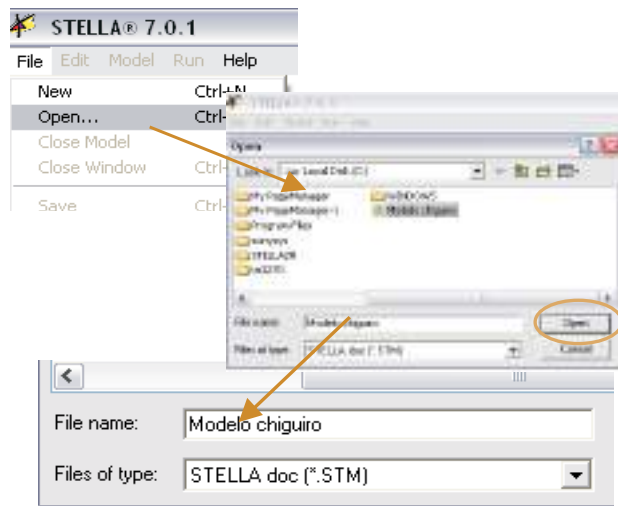
Debido a que se cuenta con un modelo que funciona en una interfase interactiva, para esta cartilla solamente se utilizarán los comandos **Open**, **Save as**, y **Exit** del menú **File**.

### 10. ¿Cómo puedo usar el modelo de simulación de la dinámica poblacional de chigüiros?

El modelo de simulación de la dinámica de chigüiros fue construido con el programa de computador STELLA. Para usar el modelo de simulación, usted debe tener instalado en su computador el programa STELLA (ver pregunta 8).

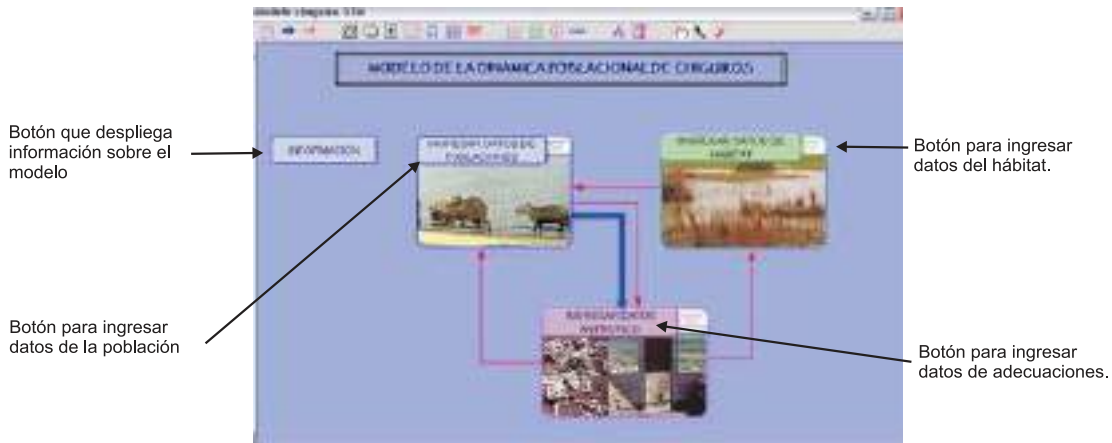
Una vez tenga este programa, siga las siguientes instrucciones:

1. Seleccione del menú **File** el comando **Open** como se observa en la figura.
2. Busque y seleccione el archivo con el nombre “Modelo chigüiro.stm”.
3. Presione el botón “**Open**” señalado por la elipse roja, para abrir o cargar el archivo.



Una vez abra el archivo del modelo chigüiro aparecerá la siguiente pantalla, donde podrá visualizar el diagrama conceptual del modelo con los elementos que están incluidos en él. Además encontrará los botones que le permitirán ingresar la información al modelo y desplazarse hasta la pantalla donde se realiza la simulación:

## Uso del modelo de simulación para evaluar alternativas de manejo

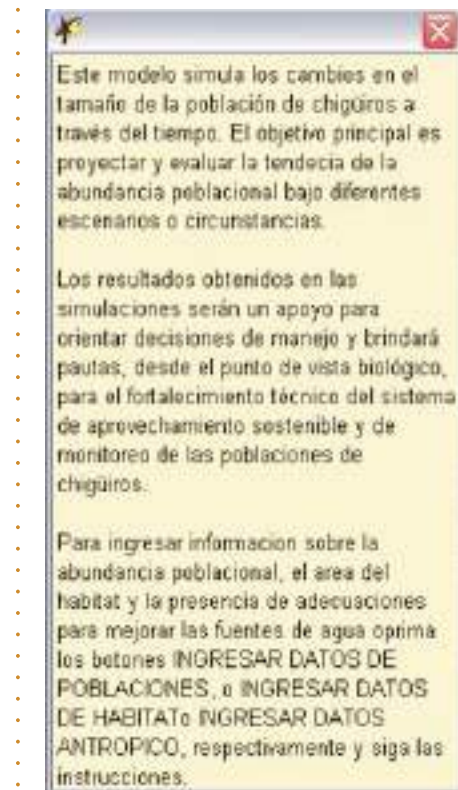


Al oprimir el botón **INFORMACION** aparecerá el cuadro de texto mostrado en la figura, con la siguiente información sobre el modelo que lo guiará en su uso:

*“Este modelo simula los cambios en el tamaño de la población de chigüiros a través del tiempo. El objetivo principal es proyectar y evaluar la tendencia de la abundancia poblacional bajo diferentes escenarios o circunstancias.*

Los resultados obtenidos en las simulaciones serán un apoyo para orientar decisiones de manejo y brindará pautas, desde el punto de vista biológico, para el fortalecimiento técnico del sistema de aprovechamiento sostenible y de monitoreo de las poblaciones de chigüiros.

*Para ingresar información sobre la abundancia poblacional, el área del hábitat y la presencia de adecuaciones para mejorar las fuentes de agua oprima los botones **INGRESAR DATOS DE POBLACIONES**, ó **INGRESAR DATOS DE HABITAT** ó **INGRESAR DATOS ANTROPICO**, respectivamente y siga las instrucciones.”*



Para cerrar el cuadro de texto anterior haga clic en el botón



### 11. ¿Qué información debo usar para el modelo?

Usted deberá usar la información del área por calidad de hábitat obtenido en la evaluación de hábitat (cartilla 1), y los valores de la abundancia poblacional estimada por categoría de edad para cada calidad de hábitat (cartilla 2), obtenida en los análisis correspondientes realizados a mesoescala para cada **Unidad de Manejo** evaluada. Los datos deberán estar organizados en una tabla de EXCEL con el siguiente formato:

Edad	Calidad de hábitat alta: (ha)				Calidad de hábitat media: (ha)				Calidad de hábitat baja: (ha)			
	N	Límite inferior	Límite superior	%CV	N	Límite inferior	Límite superior	%CV	N	Límite inferior	Límite superior	%CV
Cría												
Juvenil												
Adulto												

Además necesitará la información sobre tasas de mortalidad por categorías de edad y calidad del hábitat y la proporción de sexos en individuos adultos observados en la evaluación poblacional. Si no cuenta con esta información deberá dejar los valores que el modelo usa por defecto. Tenga en cuenta los siguientes valores de tasas de mortalidad que podrá usar dependiendo si en la Unidad de Manejo hay una alta presión de **caza furtiva** o si ésta presión es baja debido al control de caza que se hace en el lugar.

Presión de caza furtiva	Categoría de edad	Calidad de hábitat alta	Calidad de hábitat media	Calidad de hábitat baja
Baja	Cría	0.3	0.35	0.45
	Juvenil	0.1	0.15	0.2
	Adulto	0.2	0.3	0.4
Alta	Cría	0.3	0.4	0.45
	Juvenil	0.2	0.35	0.4
	Adulto	0.3	0.5	0.6

### 12. ¿Cómo ingreso al modelo los datos de abundancia poblacional estimada?

Para ingresar la información sobre la población analizada siga las siguientes instrucciones:

1. Presiones el botón "Ingresar datos de poblaciones" indicado por la flecha en la figura.
2. Aparecerá la siguiente pantalla.



## Uso del modelo de simulación para evaluar alternativas de manejo

The screenshot shows the main interface of the simulation model. It includes several key components:

- INSTRUCCIONES POBLACIONES:** A button in the top left corner used to expand the instructions panel.
- REGRESAR AL INICIO:** A button in the top right corner with a home icon, used to return to the start of the simulation.
- TAMAÑO DE LA POBLACION:** A section containing a dropdown menu for habitat quality (currently set to 'POBLACION HABITAT DE CALIDAD MEDIA') and a table for population abundance:
 

Crias[MEDIA]	119
Juveniles[MEDIA]	423
Adultos[MEDIA]	3626
- FRACCION MACHOS ADULTOS:** A slider control between 0.00 and 1.00, currently set to 0.54.
- TASAS DE MORTALIDAD:** A section containing a dropdown menu for habitat quality (currently set to 'MORTALIDAD EN HABITAT CALIDAD ALTA') and a table for mortality rates:
 

Tasa mortalidad Crias[ALTA]	0.3
Tasa mortalidad Juveniles[ALTA]	0.1
Tasa mortalidad Adultos[ALTA]	0.2

3. Si presiona el botón **INSTRUCCIONES POBLACIONES** aparecerá el siguiente cuadro de texto con las instrucciones que le indicaran cómo debe ingresar al modelo los datos de poblaciones.

The dialog box contains the following instructions:

- Ingrese la información sobre el **TAMAÑO DE LA POBLACION** según el tipo de calidad del hábitat obtenido a mesoescala. Tenga en cuenta que debe ingresar el valor promedio por categoría de edad cuando el coeficiente de variación obtenido es menor del 40%, de lo contrario ingrese el valor del límite inferior del intervalo de confianza.
- Asuma que la **FRACCION DE MACHOS ADULTOS** en la población es de 0.54, por defecto el modelo asume que la fracción de hembras adultas en la población es su valor complementario (0.46). Si conoce la proporción de sexos de adultos para la población analizada, cambie el valor de la **FRACCION DE MACHOS ADULTOS** deslizando el botón hasta el valor correspondiente.
- Si tiene información sobre las tasas de mortalidad por categorías de edad y calidad del hábitat cambie los valores que aparecen en la última tabla **TASAS DE MORTALIDAD**, de lo contrario deje los valores que aparecen por defecto.

4. Ubíquese en la primera tabla denominada Tamaño de la población y revise que los valores de cada celda estén en cero (0) como se muestra en la figura. Para ello oprima el botón **U** que se encuentra en la parte superior izquierda de esta tabla.

The screenshot shows the 'TAMAÑO DE LA POBLACION' section with the dropdown menu set to 'POBLACION HABITAT DE CALIDAD ALTA'. The table below it has all values set to 0:

<b>U</b>	<b>POBLACION HABITAT DE CALIDAD ALTA</b>	
Crias[ALTA]	0	
Juveniles[ALTA]	0	
Adultos[ALTA]	0	

5. Tome la tabla de EXCEL donde usted organizó los datos previamente obtenidos en la evaluación de poblaciones de chigüiro, el cual debió ser elaborado siguiendo el formato de la tabla mostrada en la pregunta 11.

6. Ingrese el valor de abundancia poblacional para cada categoría de edad (crías, juveniles y adultos) de la población del hábitat de calidad alta. Para ello, observe primero la columna **coeficiente de variación (%CV)** señalada por el recuadro rojo en el ejemplo mostrado en la figura. Si el valor para la celda de esta columna correspondiente a cada edad es igual o menor a 40%, ingrese al modelo el valor de columna **N** (recuadro azul en la tabla ejemplo) de la respectiva categoría de edad, el cual corresponde al valor de abundancia estimado.

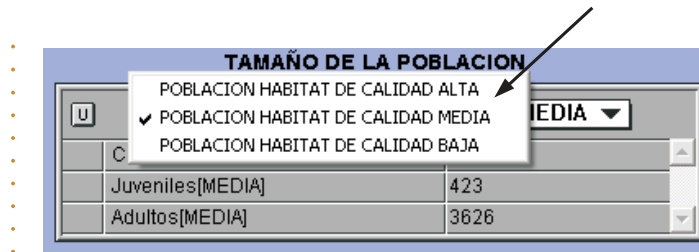
Si por el contrario el valor de la columna **%CV** es mayor de 40%, por principio de precaución ingrese el valor de abundancia de la columna **Límite inferior** (recuadro verde), el cual corresponde al valor del límite inferior del intervalo de confianza al 95% de la estimación poblacional.

Edad	Calidad de hábitat alta: 1008 ha				Calidad de hábitat media: 2304 ha				Calidad de hábitat baja: 288 ha			
	N	Límite inferior	Límite superior	%CV	N	Límite inferior	Límite superior	%CV	N	Límite inferior	Límite superior	%CV
Cría	271	148	498	30.73	663	436	1007	20.75	49	0	2902	57.74
Juvenil	379	209	686	30.08	835	474	1471	28.41	27	0	24611	57.74
Adulto	2670	1664	4284	23.97	5086	3313	7807	21.66	252	22	45120	83.84

7. Una vez haya ingresado la información de cada categoría de edad en el hábitat de calidad alta, haga clic con el mouse en la barra:



8. Aparecerá el cuadro señalado por la flecha. Seleccione con el cursor la opción **POBLACIÓN HÁBITAT DE CALIDAD MEDIA** e ingrese al modelo los valores de abundancia poblacional para esta calidad de hábitat, siguiendo los pasos 4 a 6.



9. Complete la información de las tres categorías de edad para el hábitat de calidad baja, siguiendo los pasos 4 a 6.



### 13. ¿Cómo ingreso la información sobre la proporción de sexos?

Si conoce la proporción de sexos de la categoría de adultos, desplace la barra del controlador Fracción machos adultos indicada por la flecha negra hasta el valor correspondiente. También podrá digitar el valor en el cuadro señalado por la flecha roja, insertando el cursor mediante un clic con el mouse.



Los valores deben estar entre 0 y 1. Por defecto el modelo utilizará el valor complementario para la fracción de hembras adultas. Si este valor es desconocido, deje el valor predeterminado en el modelo (0.54) que es el registrado por otros estudios en la Orinoquia colombiana.

### 14. ¿Cómo ingreso la información sobre las tasas de mortalidad?

Para ingresar los valores de mortalidad a la tabla Tasas de mortalidad siga las siguientes instrucciones:

1. Si conoce las tasas de mortalidad por categoría de edad y calidad del hábitat, digite el valor correspondiente en cada celda para la calidad de hábitat que aparece en el encabezado de la tabla, señalado por la flecha.




2. Para ingresar el valor de la tasa de mortalidad por categoría de edad para otra calidad de hábitat, haga clic con el mouse en la barra **MORTALIDAD HABITAT DE CALIDAD BAJA ▼**

3. Seleccione con el mouse haciendo clic sobre un tipo calidad de hábitat, y digite en cada celda los valores correspondientes a la tasa de mortalidad para cada categoría de edad.

4. Si no conoce las tasas de mortalidad utilice los valores sugeridos en la tabla Tasas de mortalidad por categoría de edad sugeridas de la pregunta 11. Tenga en cuenta la información sobre presión de caza en la zona o Unidad de Manejo. El modelo por defecto utiliza los valores de tasas de mortalidad para un sitio con baja presión de cacería furtiva.



Ingrese los correspondientes valores de la tabla, siguiendo los pasos 1 a 4.

5. Una vez haya ingresado toda la información de la población, regrese a la pantalla inicial oprimiendo el botón 

### 15. ¿Cómo se puede incluir en el modelo la información de la calidad del hábitat y las adecuaciones realizadas?

Para ingresar la información sobre la calidad del hábitat oprima el botón **“Ingresar datos de hábitat”** indicado por la flecha en la figura.



Ó para ingresar la información sobre la presencia de adecuaciones realizadas por el hombre como tapas, diques, pozos o profundización de esteros naturales, para mejorar las fuentes de agua, oprima el botón **“Ingresar datos antrópico”** indicado por la flecha en la figura.



En ambos casos aparecerá la pantalla mostrada en la figura.

Botón para desplegar instrucciones de hábitat

Botón para desplegar instrucciones de antrópico

Botón para regresar al inicio

Cuadro para ingresar el área de hábitat por calidad

Botón activar o desactivar presencia de adecuaciones

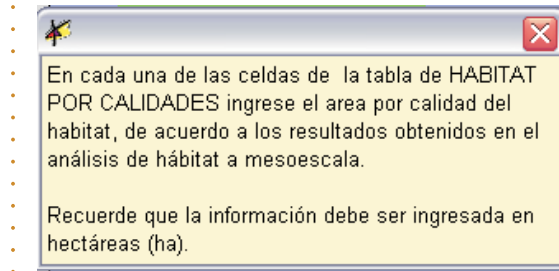
Botón para ir a la simulación

HABITAT POR CALIDADES	
U	AREA (HA)
Area para calidad[ALTA]	1000
Area para calidad[MEDIA]	2600
Area para calidad[BAJA]	0

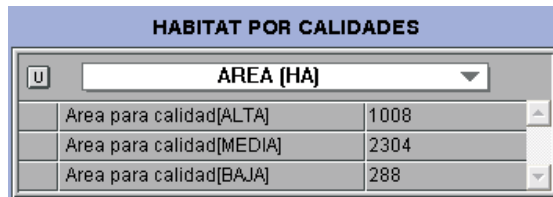


Siga los pasos descritos a continuación:

1. Oprima el botón **INSTRUCCIONES HABITAT** para desplegar el cuadro de texto de la figura. Este cuadro contiene información que le ayudará a ingresar correctamente los datos sobre hábitat.



2. En el cuadro **HABITAT POR CALIDADES**, mostrado en la figura, digite en la celda correspondiente el valor en hectáreas del área con hábitat de calidad alta, media y baja obtenidos en la evaluación del hábitat a mesoescala (ver cartilla 1).



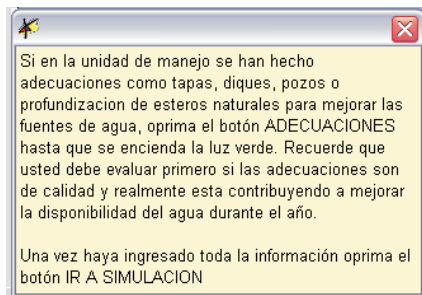
No olvide que antes de ingresar los datos debe revisar que los valores de cada celda esten en cero (0). Para ello oprima el boton **U** que se encuentra en la parte superior izquierda de la tabla.





**IMPORTANTE:**


Para hacer la simulación, ninguna de las celdas del cuadro de hábitat debe tener valores de cero, ya que impiden los cálculos internos. Si debe ingresar algún valor de cero en una celda, ya que no se encuentra esta calidad de hábitat, digite 0.001

3. Oprima el botón **INSTRUCCIONES ANTROPICO** para desplegar el cuadro de texto de la figura. Este cuadro contiene información que le ayudará a ingresar correctamente los datos sobre elementos antrópicos.






4. Si en la unidad de manejo donde se encuentra la población existen adecuaciones realizadas por el hombre como tapas, diques, pozos o se han profundizado los esteros naturales para mantener y aumentar la disponibilidad de las fuentes de agua durante el año, oprima el botón  hasta que se encienda la luz verde 

Esto hace que en el modelo se encienda un controlado que cambia la capacidad del carga en el lugar. Si en el lugar no existen adecuaciones verifique que el botón este apagado 

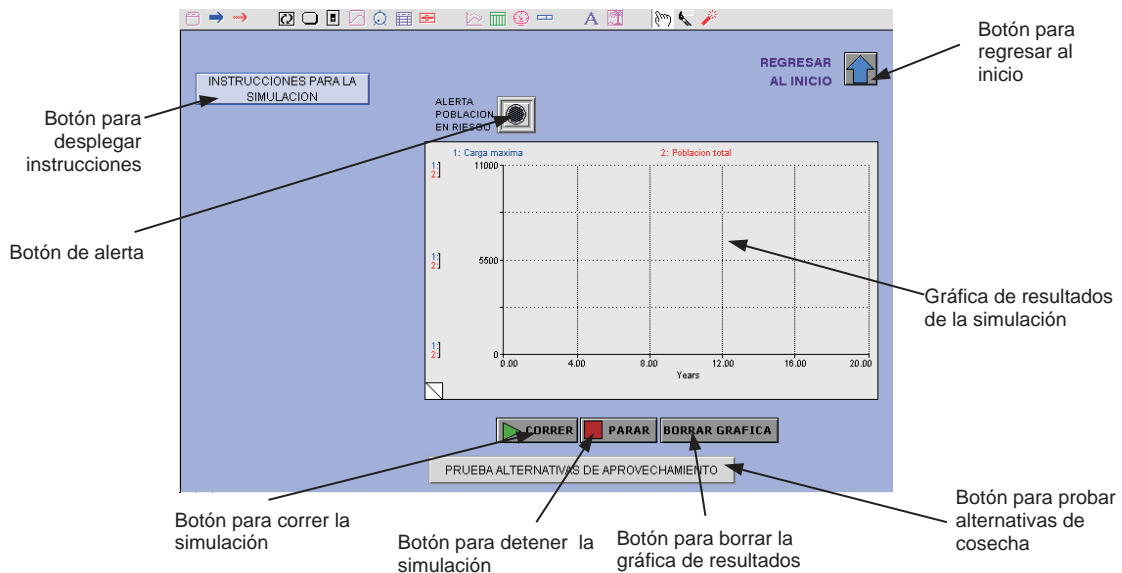
Tenga en cuenta que usted debe definir si las adecuaciones son de buena calidad y realmente están manteniendo disponible el agua durante año.

5. Una vez haya ingresado la información oprima el botón  para ir a la pantalla de simulación.

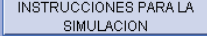
Ó si desea regresar a la pantalla inicial oprima el botón 

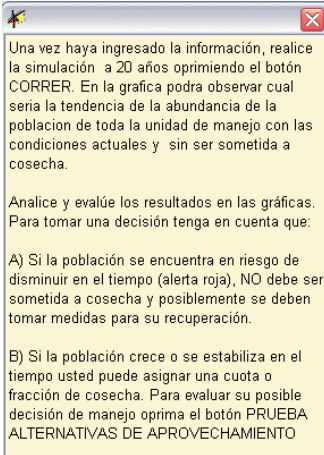
## 16. ¿Cómo analizo los cambios de la población actual en el tiempo?

Una vez haya completado toda la información y presionado el botón “ir a simulación” aparecerá la pantalla mostrada en la figura.



Para analizar cómo cambia la población actual a través del tiempo, se debe realizar una simulación. Para ello, siga los pasos descritos a continuación:

1. Oprima el botón  para que aparezca el cuadro de texto de la figura con las instrucciones que lo guiarán para hacer la simulación.




Una vez haya ingresado la información, realice la simulación a 20 años oprimiendo el botón CORRER. En la gráfica podrá observar cual sería la tendencia de la abundancia de la población de toda la unidad de manejo con las condiciones actuales y sin ser sometida a cosecha.

Analice y evalúe los resultados en las gráficas. Para tomar una decisión tenga en cuenta que:

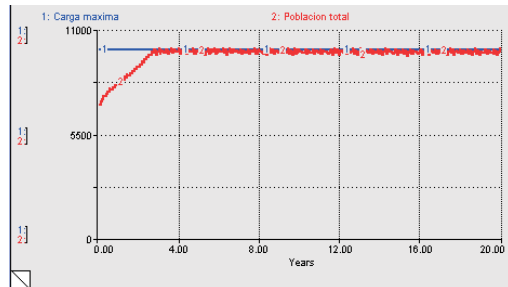
A) Si la población se encuentra en riesgo de disminuir en el tiempo (alerta roja), NO debe ser sometida a cosecha y posiblemente se deben tomar medidas para su recuperación.

B) Si la población crece o se estabiliza en el tiempo usted puede asignar una cuota o fracción de cosecha. Para evaluar su posible decisión de manejo oprima el botón PRUEBA ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO


Para cerrar el cuadro de texto anterior haga clic en 

2. Oprima el botón  el cual realiza la simulación del cambio del tamaño o abundancia de la población durante 20 años sin aprovechamiento o cosecha y con el área de hábitat actual.

3. Usted obtendrá una gráfica como la mostrada en la figura. En el eje X se observará el horizonte de tiempo de la simulación (20 años) y en el eje Y observará la abundancia de la población total (número de individuos).



La gráfica roja indica la abundancia de la población total, la gráfica azul indica la carga máxima de animales o número máximo de individuos que podría soportar la Unidad de Manejo

4. Durante la simulación observe el botón de alerta , si este toma un color verde indica que la población no tiene riesgo de disminuir; es decir que puede crecer o se mantiene estable. Por el contrario, cuando el botón de alerta se torna rojo, la población está en riesgo de disminuir y posiblemente de desaparecer.

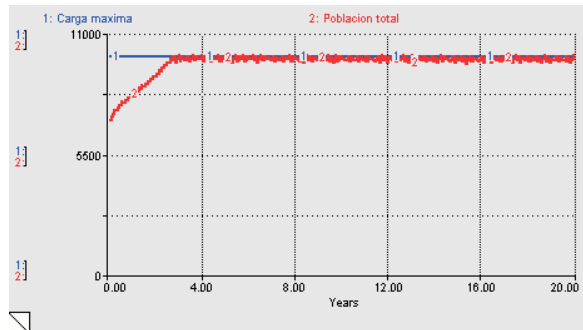
### 17. ¿Qué decisión debo tomar?

Para tomar una decisión usted debe observar, analizar y evaluar la tendencia de la población total (gráfica roja) actual si no fuera cosechada y se mantuviera el área de hábitat actual. Para ello, debe observar si la población total (gráfica roja) tiende a crecer, o tiende a decrecer o se estabiliza; es decir, se mantiene igual a través del tiempo

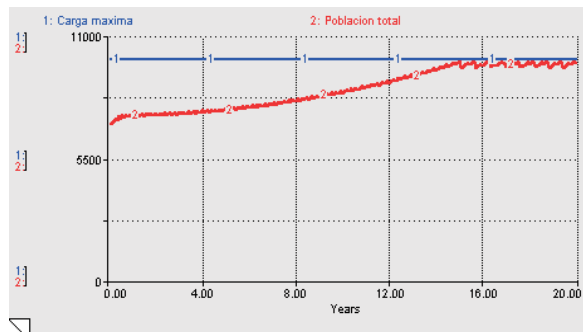
Usted podrá tener resultados como los mostrados en las siguientes figuras:

## Uso del modelo de simulación para evaluar alternativas de manejo

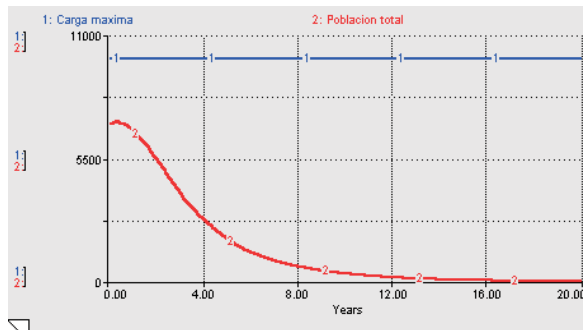
1. La población crece rápidamente en los primeros años y luego se estabiliza. En este caso la población podría ser cosechada o aprovechada porque tiende a aumentar o crecer.




2. La población crece lentamente y posteriormente se mantiene estable, alcanzado la capacidad máxima del sitio al final de la simulación. En este caso la población podría ser cosechada.




3. La población tiende a decrecer hasta el final de la simulación. En este caso la acción de manejo sería no autorizar la cosecha por lo menos hasta que la población pueda recuperarse. También se podría pensar en acciones como control de caza furtiva, mejoramiento del hábitat, para la recuperación de la población.



Tenga en cuenta que:

A. Si la población se encuentra en riesgo de disminuir (botón de alerta en rojo)  en el tiempo aunque no sea cosechada, **NO** se debe autorizar la cosecha y se deben tomar medidas para su recuperación.

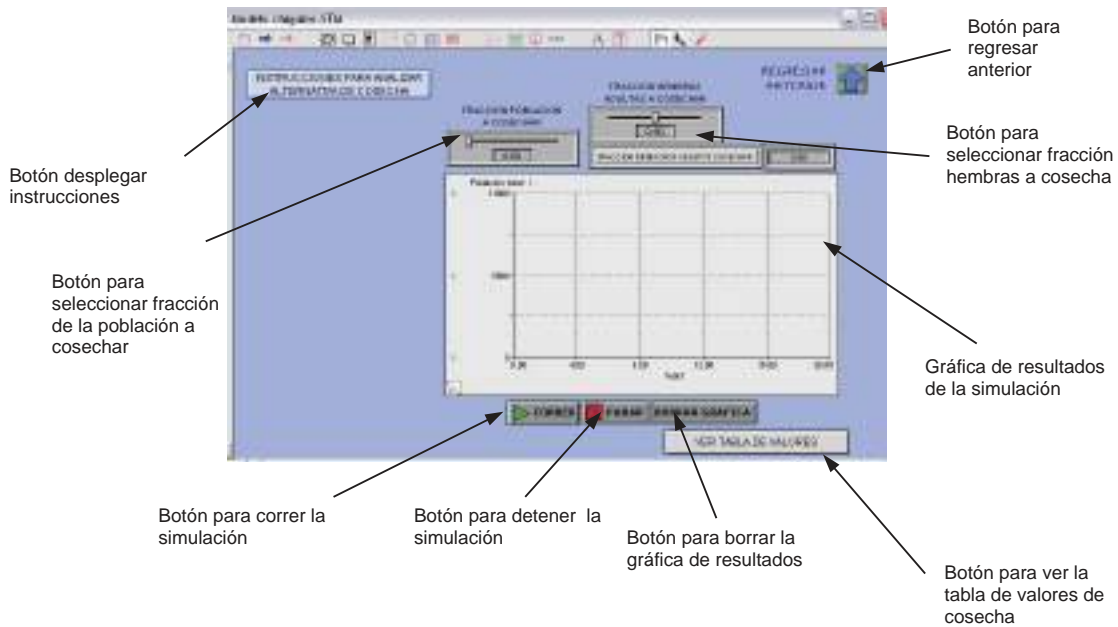
B. Si la población crece o se mantiene estable en el tiempo (botón de alerta en verde)  usted puede asignar una cuota o fracción de cosecha de acuerdo a los resultados obtenidos al probar las distintas alternativas de manejo.

### 18. Si la decisión fue cosechar, ¿cómo establezco la tasa de cosecha?

Para evaluar su posible decisión de manejo oprima el botón

PRUEBA ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO

Aparecerá la siguiente pantalla:

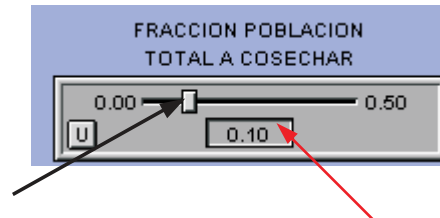


En esta pantalla usted podrá probar diferentes alternativas de cosecha usando los controles de **FRACCION DE LA POBLACION TOTAL A COSECHAR** y **FRACCIÓN HEMBRAS ADULTAS A COSECHAR**. Para ello siga las siguientes instrucciones:


1. Oprima el botón **INSTRUCCIONES PARA ANALIZAR ALTERNATIVA DE COSECHA** y aparecerá el siguiente cuadro de texto con las instrucciones que lo guiarán para hacer la simulación y analizar la alternativa de cosecha bajo diferentes **escenarios**.



2. En el control FRACCIÓN POBLACION TOTAL A COSECHAR deslice el botón señalado en la figura por la flecha negra hasta el valor de cosecha deseado ó escriba el valor en el cuadro señalado por la flecha roja.



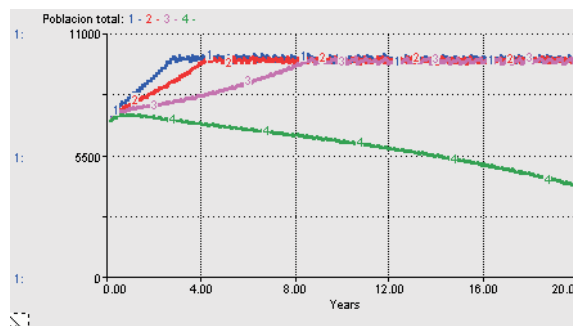
3. Seleccione una fracción de cosecha del 0.0 (0%), es decir sin cosecha, para tener un punto de referencia.

4. Posteriormente realice la simulación a 20 años oprimiendo el botón 

5. Seleccione otros valores de cosecha como 0.1 (10%), 0.2 (20%), 0.3 (30%) y realice las respectivas simulaciones cada vez repitiendo el paso 4. Usted obtendrá una gráfica donde podrá comparar las distintas tendencias de la población de acuerdo a la fracción o porcentaje de cosecha seleccionado. Por defecto el modelo hará una cosecha del 50% (0.5) de machos y el 50% (0.5) de hembras adultas, que es un porcentaje cercano al encontrado en estudios de durante el monitoreo al sacrificio de chigüiros en el municipio de Paz de Ariporo.

Usted obtendrá resultados como los mostrados en la figura.

En este caso por ejemplo: La línea azul indica la tendencia de la población que no es cosechada y por lo tanto se considera como control o patrón de comparación. La línea roja indica una cosecha anual del 10% (0.1), la línea fucsia indica la tendencia de la población cuando se cosecha el 20% (0.2) anual y la línea verde cuando se cosecha el 30% (0.3) anual



6. Para borrar estos resultados oprima el botón  y realice nuevas simulaciones probando otros porcentajes de cosecha.

7. Analice los resultados comparando las tendencias obtenidas de la población sin cosecha y la población cuando se cosechan diferentes porcentajes de individuos.

8. Seleccione la fracción de cosecha que no ocasione una disminución drástica de la población y que se acerque más al patrón obtenido en la población sin cosechar. En el ejemplo, usted podría seleccionar y autorizar una tasa cosecha 10% (0.1) e incluso del 20% (0.2), ya que tiene un menor efecto sobre la

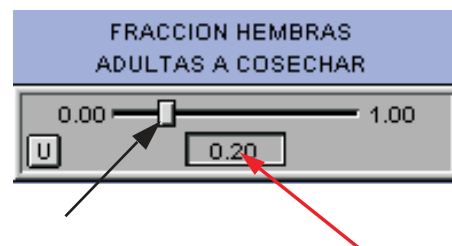
tendencia de la población en comparación a las otras fracciones de cosecha evaluadas. En el ejemplo, usted no podría autorizar una tasa de cosecha del 30%, porque la población tendería a decrecer considerablemente.



### 19. ¿Cómo puedo realizar una cosecha selectiva por sexos?

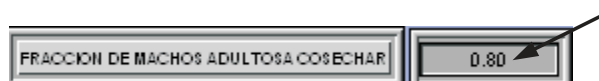
Una vez ha seleccionado el valor adecuado de cosecha de la población total (por ejemplo, 0.2 ó 20%), usted debe seguir los siguientes pasos:

1. En el control **FRACCION HEMBRAS ADULTAS A COSECHAR** deslice el botón indicado en la figura por la flecha negra, hasta el valor deseado de hembras adultas a cosechar. También puede digitar el valor en el recuadro señalado por la flecha roja.



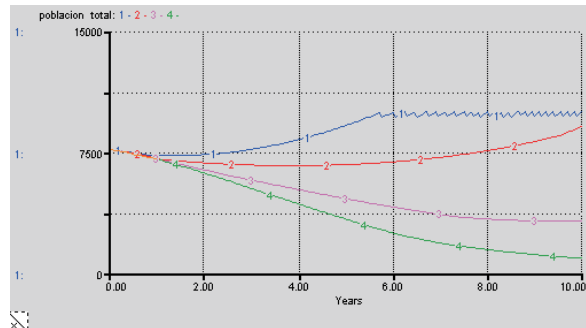
2. Posteriormente realice la simulación a 20 años oprimiendo el botón

3. Observe que en el cuadro de **FRACCIÓN DE MACHOS ADULTOS A COSECHAR** aparece el valor complementario al seleccionado, como lo indica la flecha en la figura.



4. Seleccione diferentes porcentajes o fracciones de hembras a cosechar y realice la simulación con cada valor elegido. Por ejemplo, una mayor fracción de hembras (0.8) en relación a los machos, solo hembras (1.0), ninguna hembras (0.0), igual numero de hembras y machos (0.5). Al final usted obtendrá una gráfica como la observada en la figura, donde podrá comparar las tendencias de la población bajo diferentes opciones de cosecha selectiva por sexo.

En este caso por ejemplo, la línea azul indica la tendencia de la población cuando se cosecha el 80% de machos y 20% de hembras de la fracción autorizada a cosechar de la población total. La línea roja representa la población cuando se cosecha un 50% tanto de hembras como de machos, la línea fucsia indica una cosecha con un 80% de hembras y un 20% de machos y la línea verde representa la tendencia de la población cuando el 100% de la fracción autorizada corresponde a hembras. Puede probar con otros valores como cosechar el 100% de machos y ninguna hembra (0%).



De acuerdo a los resultados observados, usted deberá seleccionar la fracción que permita que la población se recupere, para que el aprovechamiento pueda ser sostenible. Para el caso del ejemplo anterior, usted podría autorizar que se cosechará 80% de machos y 20% de hembras dentro de la fracción del 20% de la población total, ya que este valor no causa el descenso de la población a futuro, como se observa en la gráfica de resultados (línea azul).

## 20. ¿Cómo puedo saber cuantos individuos se cosechan?

Para obtener un número absoluto de la cosecha de acuerdo a la selección que realizó en el paso anterior, siga las siguientes instrucciones:

1. Borre las gráfica obtenidas con el botón **BORRAR GRAFICA** y corra nuevamente la simulación con el porcentaje o fracción de cosecha seleccionada en el paso anterior.
2. Oprima el botón **VER TABLA DE VALORES** y aparecerá la siguiente pantalla:

La pantalla muestra una tabla con los siguientes datos:

Years	Poblacion total	Cosecha total	Cosecha total hembras	Cosecha total machos
0,00	7.082,00	638,28	319,14	319,14
1,00	7.908,14	711,73	237,93	237,93
2,00	8.533,89	768,06	256,25	256,25
3,00	9.213,30	829,20	276,45	276,45
4,00	9.994,23	899,48	299,84	299,84
5,00	9.932,10	893,89	297,97	297,97
6,00	9.934,93	894,14	298,05	298,05
7,00	9.954,27	895,88	298,83	298,83
8,00	9.987,11	898,84	299,81	299,81
9,00	10.027,58	902,48	300,83	300,83
10,00	9.669,75	870,28	290,09	290,09

Señalando los botones de navegación:

- Botón para desplegar instrucciones: INSTRUCCIONES PARA TABLA DE VALORES
- Botón para regresar al anterior: REGRESAR ANTERIOR
- Botón para regresar al inicio: REGRESAR AL INICIO

3. Al oprimir el botón **INSTRUCCIONES PARA TABLA DE VALORES** aparecerá un cuadro de texto con las instrucciones que lo guiarán para tomar el valor absoluto de cosecha.

4. En la tabla de esta pantalla, podrá obtener el número de individuos total que puede autorizar para cosechar, el cual se encuentra en la columna **Cosecha total** (elipse roja). También podrá observar en las columnas **Cosecha total machos** y **Cosecha total hembras**, el número total de machos adultos (elipse fucsia) y el número total de hembras adultas (elipse azul) que se podrían cosechar, de acuerdo al análisis realizado en los pasos anteriores. Así mismo, encontrará el valor de la población total para tener un punto de referencia (elipse verde). Tenga en cuenta que los valores que aparecen en esta tabla corresponden a los obtenidos con los parámetros dados en la última simulación realizada, de acuerdo a la fracción de cosecha que usted decidió aprobar.

Years	población total	Cosecha total	Cosecha total hembras	Cosecha total machos
.00	7.6311	1.5261	305	1.2211
1,00	7.322	1.464	293	805
2,00	7.346	1.469	294	802
3,00	7.678	1.535	211	825
4,00	8.292	1.658	223	886
5,00	9.164	1.833	245	978
6,00	9.991	1.998	267	1.066
7,00	9.816	1.963	262	1.047
8,00	10.019	2.004	267	803
9,00	9.764	1.953	260	726
Final	10.016	2.003		

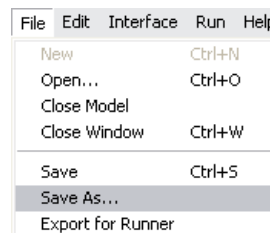
El valor a cosechar según el estado de la población actual es el registrado en el año cero (0). Los demás valores obtenidos en la tabla son de referencia para apoyar la toma de decisiones. Por ello, utilice únicamente los valores correspondientes a la fila para el año cero (0). Estos valores indican el número de chigüiros que se podrían cosechar en el año en que se hizo la evaluación tanto del hábitat como de la población.



**IMPORTANTE:**

Cada año usted debe correr el modelo para establecer la cuota de cosecha correspondiente al año en curso. Este valor es específico para una determinada Unidad de Manejo que se esté analizando.

5. Para salvar sus resultados vaya al menú **File** y seleccione el comando **Save As**, como se indica en la figura. Salve el archivo con el nombre del predio o Unidad de Manejo, por ejemplo “Modelo chigüiro-Miramar”





# GLOSARIO

**Adecuaciones:** Son construcciones realizadas por el hombre, como tapas o diques y la profundización de los esteros naturales, con el fin de tener una mayor disponibilidad de agua y retener este recurso hasta la época seca, reduciendo su impacto, y aumentado a la vez la disponibilidad de pasturas o forrajes.

**Caza furtiva:** Corresponde a una forma de aprovechamiento no sostenible, una extracción ilegal.

**Cosecha:** Se refiere a la acción de extraer de manera racional y sostenible recursos naturales del medio.

**Coefficiente de variación o CV:** Medida de dispersión estadística, es decir indica cuanta es la variación respecto al valor medio. Adicionalmente, toma en cuenta el tamaño de la muestra por lo cual permite hacer comparaciones entre muestras de diferentes tamaños.

**Escenarios:** Conjunto de circunstancias biológicas y antrópicas que están afectando a la población de chigüiros en un espacio y tiempo específico.

**Interfase iconográfica:** Zona de contacto entre la persona y una aplicación o programa de computo. Esta zona de contacto esta compuesta por una serie de imágenes o gráficos que facilitan el uso de la aplicación o programa.

**Interfase interactiva:** Zona de contacto entre la persona y una aplicación o programa, en este caso el modelo

**Población:** Grupo de organismos de una especie que pueden interactuar con otros de la misma especie y que viven en área definida durante un tiempo específico.

**Sistema:** Es la combinación de dos o más elementos interconectados para algún propósito, que poseen un limite y funcionan como una unidad. Es un conjunto de procesos interconectados y caracterizados por muchas vías reciprocas de causa-efecto.

**Sistemas dinámicos:** Sistemas que varían a lo largo del tiempo.

**Unidad de Manejo:** Área espacialmente finita donde se realizan acciones o actividades específicas sobre la población o el hábitat, con fines u objetivos definidos tales como recuperación, mantenimiento o disminución de una población silvestre.

**Uso sostenible:** Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN 1996), el uso sostenible de las poblaciones silvestres corresponde a la utilización integral de los ecosistemas y especies en forma compatible con las características y potencialidades de los ambientes naturales, para reproducir y conservar las condiciones que posibiliten su existencia sin deteriorar sus capacidades de regeneración a futuro.

