



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS

UMAs EXTENSIVAS DE VENADO COLABLANCA
COMO INSTRUMENTO ECONÓMICO DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA EN EL NOROESTE DE MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(**BIOLOGÍA AMBIENTAL**)

P R E S E N T A
LUZ MARÍA ARGÜELLES GONZÁLEZ ANGULO

DIRECTOR DE TESIS
DR. RAÚL GARCÍA BARRIOS

México, D. F.

FEBRERO, 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



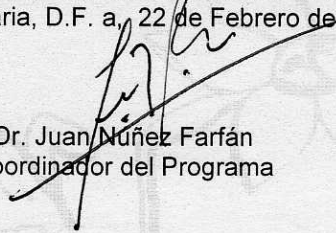
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 Noviembre de 2007, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **ARGUELLES GONZALEZ ANGULO LUZ MARIA** con número de cuenta **90409970** con la tesis titulada **“Umas extensivas de venado colablanca como instrumento económico de Restauración Ecológica en el noroeste de Morelos”**, realizada bajo la dirección del **DR. JOSÉ RAÚL GARCÍA BARRIOS**.

Presidente: DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA
Vocal: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER
Secretario: DR. JOSÉ RAÚL GARCÍA BARRIOS
Suplente: DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ
Suplente: DR. ROBERT HUNTER MANSON

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, D.F. a, 22 de Febrero de 2008.


Dr. Juan Nuñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente de la interesada.

A mi familia

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado de un gran esfuerzo compartido. Ha sido un largo camino que me dejó mucho, y mucho tengo que agradecer...

Agradezco al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Agradezco los apoyos recibidos del CONACYT y la DGEP.

Agradezco a los miembros del Comité Tutoral por sus valiosas aportaciones, la confianza que en mí depositaron y su apoyo en todo momento:

Dr. Enrique Martínez Meyer y Dr. Rurik List

Dr. Robert Manson y Dr. Víctor Sánchez Cordero Dávila

Muy especialmente quiero agradecer la dirección del Dr. Raúl García Barrios de quien tuve la fortuna y el privilegio de recibir sabias palabras, apoyo y cariño.

Agradezco a Geo y Luzma por su siempre solícita ayuda.

Agradezco a mis queridos compañeros de la maestría y a todos con quienes compartí tantos viajes a Cuernavaca.

Agradezco con mucho cariño a Griselda y a Valdemar, este trabajo tiene un inmenso apoyo de su parte.

Agradezco a Luza su reconfortante compañía en esta aventura.

Agradezco todo el apoyo y cariño de Busi y José Luis.

Agradezco a Nené, a Sebastián y sobre todo a mi pequeña Lucía por su paciencia, confianza, apoyo incondicional y gran amor. Son mi máxima inspiración en la vida.

Contenido

Resumen.....	5
Summary.....	6
Cuadros.....	9
Figuras.....	11
Introducción.....	13
Objetivos.....	17
Objetivo general	
Objetivos particulares	
Hipótesis	
PRIMERA PARTE	
1.- La Restauración Ecológica.....	19
El cambio en el uso del suelo y sus consecuencias	
Los servicios ambientales	
La problemática en México	
Detener y revertir el deterioro	
Las definiciones	
Los enfoques	
La sucesión ecológica	
Línea de base y Monitoreo	
Manejo adaptativo	
La restauración ecológica en la LGEEPA	
2.-El Corredor Biológico Chichinautzin.....	29
Elementos abióticos	
Elementos bióticos	
Contexto social	
Problemática	
3.-UMAs: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.....	37
Los antecedentes	
Descripción	
Modalidades	
Panorama general de las UMAs cinegéticas en México	
Los Beneficios de una UMA	
Beneficios ambientales	
Beneficios económicos	
Los inconvenientes	
Los permisos	
El perfil de los cazadores	
Una amplia gama de servicios	
Diseño regional de las UMAs	
4.-El Venado Colablanca.....	53
Biología	
Taxonomía	
Distribución	
Subespecies	
Descripción física	
Historia de vida	
Hábitos	
Rastros	

Dieta	
Requerimientos nutricionales	
Hábitat	
Área de actividad	
Grupos sociales	
Densidad poblacional	
Depredadores y enfermedades	
Importancia ecológica	
Importancia cultural	
Diferentes nombres, un sólo venado	
Usos del venado	
Situación actual	
Pérdida del hábitat	
Cacería furtiva y de subsistencia	
Aprovechamiento cinegético sustentable	
5.-Aprovechamiento del venado colablanca.....	73
UMAs extensivas para las diferentes subespecies de venado colablanca	
Indicadores del aprovechamiento	
Tasa de extracción autorizada	
Los cintillos	
Aprovechamiento realizado entre 2001 y 2007	
Aprovechamiento de la subespecie mexicana	
Aprovechamiento extensivo en Morelos	
Consideraciones para las UMAs	
6.-Recapitulación.....	93
SEGUNDA PARTE	
7.-La propuesta de un modelo.....	97
Generalidades	
La descripción del modelo	
La construcción del modelo	
El sistema biológico	
1.-La población de venados	
a) Los parámetros vitales	
b) El factor de densodependencia	
c) La cosecha cinegética	
2.- La vegetación	
El sistema económico	
1.- El cazador	
2.-La UMA	
3.- Las restricciones	
a) Compatibilidad de incentivos entre la UMA y el cazador	
b) Aprovechamiento sustentable en la UMA	
c) Equilibrio ecológico de largo plazo	
8.-Análisis y resultados.....	115
El sistema biológico	
El sistema económico	
13El problema del Agente	
El problema de la UMA	
Dinámica comparada	
Restauración de la capacidad de carga del ecosistema (K)	
Eficiencia nutricional del venado (a)	
9.-Conclusiones.....	131
Bibliografía consultada.....	135

Cuadros

Cuadro 3.1.- Tipos de aprovechamiento que se permite realizar en las UMAs

Cuadro 4.1.- Superficie de la distribución original de las 14 subespecies del venado colablanca *Odocoileus virginianus* y porcentaje que representa del territorio nacional mexicano (tomado de Villarreal, 2006).

Cuadro 4.2.- Área de actividad del venado colablanca *Odocoileus virginianus* según reportan diferentes autores.

Cuadro 4.3.- Densidad poblacional del venado colablanca *Odocoileus virginianus* según reportan diferentes autores.

Cuadro 5.1.- UMAs extensivas con registro de aprovechamiento del venado colablanca *Odocoileus virginianus*. Número de UMAs registradas en la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) y en las Delegaciones Federales (DELG) de la SEMARNAT en los estados.

Cuadro 5.2.- Número de UMAs extensivas con registro de venado colablanca por estado.

Cuadro 5.3.- Precio del cintillo para aprovechamiento de venado colablanca por temporada.

Cuadro 5.4.- Número de ejemplares de venado colablanca autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007 por estado.

Cuadro 5.5.- Número de ejemplares autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007 por subespecie de venado colablanca.

Cuadro 5.6.- UMAs del país con tasa de aprovechamiento autorizada consecutiva para el venado colablanca durante las temporadas de 2001 a 2007 (s/d: sin dato).

Cuadro 5.7.- Número de UMAs, por entidad federativa, que tienen registrada a la subespecie *Odocoileus virginianus mexicanus* para su aprovechamiento.

Cuadro 5.8.- Nombre, clave, estado y fecha de registro de las 84 UMAs que tienen registrado al *O. v. mexicanus* ordenadas alfabéticamente por entidad federativa.

Cuadro 5.9.- Tasas autorizadas respecto al número de cintillos expedidos por estado para *Odocoileus virginianus mexicanus* en las temporadas 2000 al 2006.

Cuadro 5.10.- Total de cintillos expedidos para aprovechamiento de venado colablanca en las temporadas 2000 a 2006 por UMA de Morelos.

Cuadro 5.11.- Generalidades de las 20 UMAs extensivas del estado de Morelos.

Cuadro 7.1.- Niveles de correspondencia entre el modelo y las observaciones realizadas. Tomado de Taylor, 2005.

Cuadro 8.1.- Valores de los parámetros vitales de la población de venado colablanca.

Cuadro 8.2.- Valores considerados para las variables de decisión α , K y h , en los experimentos de solución de equilibrio del sistema de ecuaciones.

Cuadro 8.3.- Valores considerados para los parámetros en los experimentos de solución del sistema de ecuaciones.

Cuadro 8.4.- Valores de R^2 y de β , con su significancia estadística entre paréntesis, obtenidos a partir de las regresiones lineales al origen para las variables de decisión, α , K y h para cada categoría de edad y la población total de venados.

Cuadro 8.5.- Rangos experimentales para los parámetros del modelo en una superficie de 10 Km² por un año.

Figuras

Figura 2.1.- Ubicación del Corredor Biológico del Chichinautzin

Figura 2.2.- Zonificación del Corredor Biológico del Chichinautzin. 1: zona núcleo Chalchihuites 2: zona núcleo Chichinautzin Quiahuistepec y 3: zona núcleo Las Mariposas.

Figura 3.1.- Ubicación de las UMAs en México.

Figura 4.1. Distribución geográfica de las 38 subespecies de venado colablanca.

Figura 4.2. Distribución geográfica original de las 14 subespecies de venado colablanca en México.

Figura 5.1.- Número de ejemplares de venado colablanca autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas por temporada.

Figura 5.2.- Porcentaje, por subespecie de venado colablanca, del total de ejemplares autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007.

Figura 5.3.- Número de UMAs con subespecie *Odocoileus virginianus mexicanus* registradas por año.

Figura 5.4.- Ejemplares de *Odocoileus virginianus mexicanus* autorizados respecto a los cintillos expedidos por temporada. Nota: =no se cuenta² con todas las tasas de aprovechamiento.

Figura 5.5.- Localización de los polígonos de 11 UMAs extensivas con *Odocoileus virginianus mexicanus* registrado para su aprovechamiento.

Figura 5.6.- Localización de los polígonos de 9 UMAs extensivas en Morelos con *Odocoileus virginianus mexicanus* registrado para su aprovechamiento.

Figura 7.1.- Relación intuitiva entre la BVDA (biomasa vegetal disponible para alimento), venados y cazadores.

Figura 7.2.- Relación entre BVDA, venados y cazadores a partir de la inversión del dueño de la UMA en la calidad del bosque como consecuencia de aumentar el precio del venado.

Figura 7.3.- Curva de crecimiento del factor de densodependencia en función del valor de α

Figura 8.1.- Biomasa residual y población de venados respecto al tiempo (años) con distintos valores para la tasa intrínseca de crecimiento (r) y el factor de eficiencia nutricional de la población de venados (α).

Figura 8.2.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto a p_α y c_K donde: $p_{V_A} = \$40,000$; $P_{SA} = 4$; $U = \$100,000$; $i = \$30,000$

Figura 8.3.- Cambio en el factor Z respecto a p_α y c_K ; donde: $p_{V_A} = \$6,000$; $P_{SA} = 5$; $U = \$150,000$; $i = \$6,000$

Figura 8.4.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto al precio por venado p_{V_A} y el costo de oportunidad del cazador i ; donde: $c_K = 0.00004$; $P_{SA} = 4$; $p_\alpha = \$10,000$; $U = \$100,000$.

Figura 8.5.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto a la utilidad del cazador U y el pago por servicios ambientales P_{SA} ; donde: $p_{V_A} = \$40,000$; $p_\alpha = \$10,000$; $c_K = 0.00004$; $i = \$30,000$

Figura 8.6.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto a p_α y c_K ; donde: $p_{V_A} = \$40,000$; $P_{SA} = 4$; $U = \$100,000$; $i = \$30,000$

Figura 8.7.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto al precio por venado p_{V_A} y el costo de oportunidad del cazador i ; donde $c_K = 0.00004$; $P_{SA} = 4$; $p_\alpha = \$10,000$; $U = \$100,000$.

Figura 8.8.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto a la utilidad del cazador U y el pago por servicios ambientales P_{SA} ; donde: $p_{V_A} = \$40,000$; $p_\alpha = \$10,000$; $c_K = 0.00004$; $i = \$30,000$.

Resumen

El desarrollo de la humanidad ha modificado el uso natural de los suelos ocasionando la pérdida de la biodiversidad y sus servicios ambientales. Una alternativa para detener y revertir el deterioro de los ecosistemas es restaurarlos ecológicamente al tiempo que se implementen prácticas productivas compatibles con el desarrollo sustentable.

La restauración ecológica busca restablecer funcionalmente un ecosistema. Así será capaz de continuar con sus procesos naturales y evolucionar en respuesta a las condiciones ambientales mientras produce bienes y servicios ambientales. Restaurar ecológicamente implica un proceso social para la construcción de las condiciones políticas, sociales y económicas que garanticen su éxito.

El aprovechamiento de la vida silvestre añade valor económico a los recursos naturales y genera incentivos socioeconómicos para su conservación. En países como España o Estados Unidos se producen grandes beneficios relacionados con la cacería. En México la caza ha resultado una actividad productiva con una derrama económica importante y beneficios ambientales, sobre todo en el norte del país.

El aprovechamiento cinegético del venado colablanca puede considerarse como una alternativa productiva sustentable que ofrezca los incentivos necesarios para conducir procesos de restauración ecológica. El venado es una especie de importancia ecológica, económica y cultural que ha visto disminuidas sus poblaciones principalmente por pérdida de hábitat y una intensa cacería furtiva.

La figura que en México permite el aprovechamiento cinegético se llama Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMA y busca por definición el mejoramiento y conservación del hábitat de la especie que se quiera aprovechar.

En este trabajo se desarrolla un modelo matemático que considera un sistema biológico y un sistema económico que identifica las condiciones en las que una UMA extensiva para caza de venado colablanca puede resultar un instrumento económico de restauración ecológica.

Este modelo pudiera ser aplicable en regiones como el Corredor Biológico del Chichinautzin, un Área Natural Protegida, en el noroeste de Morelos. Contiene bosques templados que son importantes reservas de biodiversidad, centro de endemismos e importantes proveedores de servicios ambientales. La región se ha deteriorado principalmente debido a la tala del bosque, la extracción de tierra de monte, la expansión de la frontera agropecuaria y el crecimiento de los núcleos urbanos.

Summary

Human kind development has modified the natural use of land resources resulting in the loss of biodiversity and environmental services. An alternative to stop and overturn ecosystem degradation is by means of ecological restoration in combination with the implementation of productive processes compatible with sustainable development.

Ecological restoration aims to reestablish the functionality of ecosystems and make them capable to continue on with their natural processes and evolve in response to natural conditions while environmental goods and services are being produced. Ecological restoration also implies the social process of achieving the social, political and economic conditions needed to assure its long term success.

Wildlife sustainable use adds economic value to natural resources and generates socioeconomic incentives for its conservation. In developed countries, such as Spain or the United States, great benefits are being obtained in association with big game species activities. In Mexico, big game is already a leisure-economic activity also generating important impacts on economic and environmental grounds.

Temperate forests in the Chichinautzin Biological Corridor, located in the northwest of the Mexican State of Morelos, play a significant role as biodiversity reserves, as sites of special endemism, and as environmental services provider. The region has been deteriorated mainly by the loss of forest, soil extraction, agriculture and livestock expansion and by urban centers growth.

White-tailed deer hunting can be considered as an economic sustainable alternative that offers the necessary incentives to conduct ecological restoration processes. Deer is a species of economic, cultural and ecological importance that has experienced important population losses mainly because of loss of habitat and intense poaching.

In Mexico Wildlife Management Units (Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMA) have been established with the purpose of promoting habitat conservation of the species from which economic and social benefits are to be obtained.

This research develops a mathematic model that considers a biological system and an economic system that identifies the conditions under which an extensive White Tailed Deer UMA can work as an economic instrument for ecological restoration that could be located in the Chichinautzin Biological Corridor.

Introducción

El crecimiento de la población en México y en el mundo demanda tierras que satisfagan necesidades como alimentación e infraestructura. En la segunda mitad del siglo XX, el cambio en el uso de suelo se ha acelerado considerablemente por lo que las superficies vegetales han sido transformadas, sobretodo en los países tropicales, en campos para la agricultura y ganadería ocasionando, principalmente, la pérdida de la biodiversidad y sus servicios ambientales (Dobson *et al*, 1997; SEMARNAT, 2007).

Para detener y revertir el deterioro de los ecosistemas en México es necesario modificar los sistemas de producción e implementar esquemas compatibles con el desarrollo sustentable, lo cual debe realizarse mientras se trabaja en restaurar ecológicamente los ecosistemas dañados (Holl *et al*, 2000; Douglas, 2001; Martínez *et al*, 2006 y Armesto *et al*, 2007).

La restauración ecológica busca restablecer funcionalmente un ecosistema de modo que contenga los elementos suficientes para continuar con sus procesos naturales y evolucione en respuesta a las condiciones ambientales (Gayton, 2001). Con ello, además, se restablece la producción de los bienes y servicios ambientales que tal ecosistema provea. Dado que las causas del deterioro ambiental son actividades humanas, la restauración ecológica implica un proceso social donde se construyan las condiciones sociales, políticas y económicas para que la restauración ecológica sea exitosa.

Añadir valor económico a los recursos naturales genera incentivos socioeconómicos para su conservación. Prueba de ello son los beneficios derivados del aprovechamiento cinegético que se obtiene en países como España o Estados Unidos (Guajardo y Martínez, 2004). En México se ha implementado el aprovechamiento cinegético de la vida silvestre con importantes beneficios económicos en el norte del país (Villarreal, 2006).

Por lo anterior se ha considerado que el aprovechamiento cinegético podría resultar una alternativa productiva sustentable que ofrezca los incentivos económicos necesarios para detener y modificar las inadecuadas prácticas de manejo de los recursos naturales actuales. En particular, para los bosques templados del noroeste de Morelos, contenidos en el Área Natural Protegida Corredor Biológico Chichinautzin, que son importantes reservas de biodiversidad, centro de endemismos y proveedores de servicios ambientales, y que enfrentan un grave deterioro ocasionado, principalmente, por la tala del bosque, la extracción de tierra de monte, la expansión de la frontera agropecuaria y el crecimiento de los núcleos urbanos (UAEM, 2007).

Dado que el venado colablanca es una especie de gran importancia ecológica, económica y cultural, que ha disminuido considerablemente sus poblaciones - principalmente debido a la pérdida de su hábitat aunada a una fuerte presión de cacería furtiva (Galindo-Leal y Weber, 1998)- se ha considerado explorar la posibilidad de aprovechar cinegéticamente a esta especie para beneficio de la región.

Los bosques, los venados y la gente están conectados. Los bosques proveen de alimento, agua y cobijo a los venados que, a su vez, al alimentarse, modifican el crecimiento y estructura del bosque. Los cazadores han buscado, durante siglos, a los venados por su carne y por el placer que les genera la experiencia de su caza. El entendimiento que la humanidad tiene del bosque y los venados así como las decisiones que sobre ellos se toman, dan forma a esas conexiones.

Debido a la naturaleza de las relaciones entre cazadores, venados y la biomasa vegetal disponible para su alimento, la interacción intuitiva suele ser que:

- a) A mayor cantidad de venados, más cazadores, pero a mayor cantidad de cazadores menos venados.

y

- b) A mayor cantidad de biomasa vegetal disponible para alimento, más venados, pero a mayor cantidad de venados, menor cantidad de biomasa vegetal por efecto de sobre ramoneo.

En este trabajo se busca conocer cuáles son las condiciones necesarias para que las relaciones entre, cazadores, venados y la biomasa vegetal resulten en una interacción tal que:

- A mayor cantidad de venados, mayor cantidad de cazadores (con los beneficios económicos que ello implica) pero también, mayor calidad del bosque que contiene la biomasa vegetal disponible para alimento del venado.

El esquema para el aprovechamiento cinegético que opera en México se denomina Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMA, en su modalidad extensiva, que por definición implica el mejoramiento y conservación del hábitat de la especie que se quiera aprovechar.

Con base en ello, este trabajo presenta cómo es que una UMA extensiva con aprovechamiento cinegético de venado colablanca puede resultar una alternativa de restauración ecológica y ser considerada para el Corredor Biológico del Chichinautzin o cualquier otra región que se quiera restaurar con un esquema similar.

Por lo tanto, este documento se organiza en dos partes:

I.- La primera, principalmente descriptiva, contiene cinco capítulos. El primer capítulo presenta un panorama general sobre el **deterioro ambiental en México y la restauración ecológica**. En el siguiente capítulo se describe el **Corredor Biológico del Chichinautzin** y se enuncia su problemática. A continuación y a manera de alternativa productiva con objetivos sustentables, se describen las **Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre** o UMAs de manera general y, en particular, las UMAs extensivas con aprovechamiento cinegético. Debido a que el venado colablanca es el principal animal de caza en México y en este trabajo se propone su aprovechamiento, el capítulo cuatro describe al **venado colablanca**, tanto en su biología, como en su importancia cultural y situación actual. Con ello se busca ofrecer un panorama general de la especie. Para finalizar la primera parte, el capítulo cinco analiza el **aprovechamiento del venado colablanca en México** de manera general y luego en particular el aprovechamiento de la subespecie *Odocoileus virginianus mexicanus* así como su aprovechamiento en el estado de Morelos. Este capítulo termina enunciando los aspectos que se identificaron necesarios para la mejora, tanto de la estrategia UMA en general, como en particular de las UMAs que se ocupan del aprovechamiento del venado colablanca. La primer parte finaliza con una **recapitulación** de toda la información anterior a manera de antecedentes y da paso a la segunda parte del documento.

II.- Considerando la información expuesta en la primera parte, la segunda, propositiva, construye un **modelo** matemático con dos componentes: uno biológico y otro económico. El modelo se resuelve (en el capítulo de **análisis y resultados**) para determinar las condiciones óptimas en las que el aprovechamiento cinegético del venado colablanca puede considerarse una alternativa de restauración ecológica. El documento finaliza con las **conclusiones** de este modelo y las recomendaciones que, con base en este trabajo, se hacen para que las UMAs con aprovechamiento cinegético se conviertan incentivos para la restauración ecológica.

Los objetivos

Objetivo general:

- Identificación de las condiciones biológicas y económicas con las que el aprovechamiento cinegético del venado colablanca conduce a un mejoramiento de su hábitat.

Objetivos particulares:

- Descripción y análisis del funcionamiento de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre de venado colablanca.
- Identificación y cuantificación bibliográfica de los parámetros vitales del venado colablanca.
- Definición de los parámetros económicos del aprovechamiento cinegético del venado colablanca.
- Propuesta de un modelo de aprovechamiento sustentable de largo plazo de tipo *Agente- Principal* con dos actores.

Hipótesis:

Incrementar el valor económico a las poblaciones de venado colablanca aumenta la rentabilidad económica de la restauración ecológica y por lo tanto promueve la inversión en ella.

PRIMERA PARTE

1. La Restauración Ecológica

El cambio en el uso del suelo y sus consecuencias

La huella ecológica¹ de la humanidad es más grande que la de cualquier otro organismo (Gayton, 2001), y es que el crecimiento de la población demanda alimentos, servicios múltiples y la ampliación de su infraestructura. Esto ha ocasionado, en gran medida, la pérdida de la cubierta vegetal en México y en el mundo (SEMARNAT, 2007). El cambio en el uso de suelo, sobretodo en los países tropicales, se ha acelerado considerablemente en la segunda mitad del siglo XX (Dobson *et al*, 1997 y Palacio-Prieto *et al*, 2000).

Desde que aparecieron las civilizaciones basadas en la agricultura, la superficie forestal del planeta se ha reducido un tercio aproximadamente. Hoy en día, los bosques ocupan cerca de la tercera parte de la superficie total de la Tierra, pero las tasas de deforestación alcanzan hasta un 4% anual (Dobson *et al*, 1997) contra menos de un 10% de esas superficies reforestadas con plantaciones nuevas (Noble y Dirzo, 1997). En países tropicales es común que las tierras forestales sean convertidas en campos para la agricultura con una productividad de tan sólo 3 a 5 años. Después, las tierras son abandonadas con bajas posibilidades de regeneración debido al deterioro en el que se encuentran (Dobson *et al*, 1997).

Los bosques son una gran reserva de biodiversidad. Tan sólo los bosques tropicales contienen dos tercios del total de especies de plantas del planeta (Noble y Dirzo, 1997). Además, son importantes productores de servicios ambientales,

¹ Concepto desarrollado por Wackernagel, es una herramienta contable que permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población expresados en áreas de tierra productiva (Wackernagel y Rees, 1996).

pues se consideran los mayores sumideros de carbón en su vegetación y suelos, principalmente por el crecimiento de bosques jóvenes. El cambio en el uso del suelo tiene consecuencias tan importantes como las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos (agua y carbono), el cambio climático global y sobre todo la pérdida de la biodiversidad y de los servicios ambientales (Dobson *et al*, 1997 y Palacio-Prieto *et al*, 2000).

Los servicios ambientales

Los ecosistemas son entidades dinámicas en constante cambio tanto en tiempo como en espacio. Son en sí mismos productos y procesos (Gayton, 2001). Aquellos bienes y procesos ecológicos generados en los ecosistemas que mantienen y complementan la vida humana se denominan servicios ambientales. Estos pueden resultar perceptibles o imperceptibles, tangibles e intangibles. Como ejemplo de ellos está la producción de oxígeno, la purificación del aire y agua, la generación de la fertilidad del suelo, la regulación del clima, la protección de los rayos ultravioleta del sol, la biodiversidad, la polinización, la producción de madera y el esparcimiento, entre otros. La valoración que la sociedad tiene de estos servicios es muy ambigua porque a pesar de ser esenciales para la humanidad, la vida moderna opaca tanto el valor de su existencia (Daily, 1997) como el costo de su deterioro.

La problemática en México

En México, según el Consejo Nacional de Población la tasa de crecimiento demográfico es de 1.4% y la población para 2007, se estima en casi 106 millones de habitantes (CONAPO, 2007), población que ha modificado su entorno al menos de la siguiente manera:

Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la formación vegetal predominante en nuestro país son los matorrales xerófilos con 26% de la superficie nacional, le siguen los bosques templados (17%) y luego las selvas (16%). Entre 1993 y 2002 alrededor de 2.8 millones de hectáreas en el país cambiaron de ser bosques, selvas, matorrales y pastizales para convertirse a otros usos (SEMARNAT, 2007). Autores como Fernández *et al*, 2003 estiman que la pérdida total de la cobertura forestal fue de 8 millones de hectáreas. De cualquier manera los ecosistemas más afectados fueron las selvas que perdieron el 43% de su vegetación natural, seguidas por el matorral xerófilo (31.2%) y los bosques templados (12.1%). En ese mismo periodo, las entidades que mayor porcentaje de su vegetación natural perdieron (entre selvas, bosques, matorrales, pastizales y otros tipos de vegetación) fueron Veracruz (19%), Tabasco (11%) y Chiapas (8%), a diferencia de Nayarit, Durango, Baja California Sur y Querétaro que perdieron menos del 0.5% de su superficie remanente de vegetación natural.

Existe una gran dificultad para monitorear la situación de los bosques en México. Esto se debe principalmente a la falta de información actualizada y a la

imposibilidad de comparación de datos por la gran disparidad en las estimaciones. En su mayoría, ello es resultado del empleo de criterios y métodos distintos (Palacio-Prieto *et al*, 2000 y RMPP, 2006). Considerando lo anterior, las cifras oficiales son las siguientes:

En el reporte de México a la FAO para la evaluación de los recursos forestales 2005 se estimó, entre 1990 y 2000, una tasa de deforestación² de 351,445 hectáreas/año considerando únicamente bosques y selvas. La SEMARNAT consideró³ en 2003 que entre 1993 y 2000 la superficie deforestada en México ocurrió con una tasa de casi 800 mil hectáreas/año de bosques y selvas.

A pesar de ello, INEGI consideró⁴ para 2002, que aún se conservaba poco más del 70% de la superficie *original* de bosques, 56% de las selvas, 77% de los matorrales y 55% de los pastizales. Esto representa cerca del 73% de la superficie cubierta con su vegetación original, aunque sólo el 20% de las selvas, 47% de los bosques, 70% de los matorrales y 34% de los pastizales se conserva sin perturbación (vegetación primaria). El 26% restante del territorio lo ocupan zonas agropecuarias, plantaciones forestales, zonas urbanas y cuerpos de agua. Más del 80% del territorio de estados como Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Quintana Roo y Sonora conservan su vegetación natural; en contraste con el Distrito Federal, Estado de México, Michoacán, Morelos, Tabasco, Tlaxcala y Veracruz donde la vegetación natural no cubre más del 35% de su territorio.

La proyección de la tasa de deforestación entre 2000 y 2005 -suponiendo que la tasa de deforestación para 1990-2000 se mantendría constante pero que se vería atenuada por los diversos programas que el gobierno federal aplica para contrarrestar sus efectos- se calcula en una tasa promedio de 260,000 hectáreas/año, según el informe de la situación del medio ambiente en México, 2005⁵.

La principal causa de la pérdida de bosques y selvas, en nuestro país, son las actividades agropecuarias (aún cuando la superficie agrícola sembrada no ha aumentado y la ganadería se encuentra en crisis) seguidas por los desmontes, en ocasiones fomentados por programas de gobierno como procampo⁶. Aunado a lo anterior están los incendios forestales, cuyas causas más frecuentes son las

² Se define como el cambio de una cubierta vegetal dominada por árboles a otra que carece de ellos.

³ Según el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales disponible en: <http://www.SEMARNAT.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

⁴ Según la Carta de Uso del Suelo y Vegetación serie III.

⁵ disponible en: <http://www.SEMARNAT.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

⁶ El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) instrumentado en 1993, otorga un apoyo económico por hectárea o fracción de ésta inscrita en el directorio del PROCAMPO y que esté sembrada con cualquier cultivo lícito. <http://www.aserca.gob.mx/>

actividades agropecuarias, los incendios intencionales y las fogatas (SEMARNAT, 2007).

Los estados que en 2002 tenían el mayor porcentaje de su superficie ocupada por agricultura fueron Tlaxcala (cerca de 74%) y Morelos (55%) mientras que en Quintana Roo ocupaba cerca del 2%. La ganadería se practica en el 56% de la superficie del país y la superficie de pastizales ha aumentado a pesar de que el número de cabezas de ganado se ha reducido notablemente en las últimas décadas, (50.7 millones en 1980 a 46.9 en 2002) además, en 24 estados el número de cabezas de ganado supera la capacidad de los ecosistemas principalmente en el Estado de México, Sinaloa y Jalisco.

En el contexto mundial, durante el período 1990-2000, México fue el único país miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que perdió una parte de su superficie forestal y en Latinoamérica fue el quinto país con la mayor tasa de deforestación, debajo de Brasil, Costa Rica, Guatemala y El Salvador (SEMARNAT, 2007 y Martínez *et al*, 2006).

Otras causas que han contribuido a la pérdida y deterioro de los ecosistemas terrestres del país han sido: 1) la red carretera nacional (que entre el año 2000 y 2003 se amplió en casi 27 mil kilómetros); 2) la construcción de presas (23 grandes presas se construyeron entre 1990 y el año 2000, aunado a las 212 preexistentes, han impactado negativamente muchos ecosistemas dulceacuícolas nacionales; 3) especies invasoras (780 especies reconocidas hasta 2005: 647 plantas, 75 peces, 2 anfibios, 8 reptiles, 30 aves y 2 invertebrados); 4) la extracción ilegal de especímenes y productos de la vida silvestre (entre 1995 y 2003 pasó de 79 a 131 las piezas por operativo de aseguramiento (SEMARNAT, 2007); 5) el cambio climático global (Townsend *et al*, 2002); y 6) todo lo anterior aunado a la incertidumbre en la tenencia de la tierra; 7) el colapso de las instituciones tradicionales campesinas; 8) la falta de coordinación interinstitucional; y 9) los programas de subsidio que ha promovido la deforestación a gran escala (Martínez *et al*, 2006).

El cambio de uso de suelo es la mayor amenaza para los ecosistemas forestales (Noble y Dirzo, 1997; Holl *et al*, 2000) y para la biodiversidad en el mundo (Dobson *et al*, 1997 y Palacio-Prieto *et al*, 2000).

Detener y revertir el deterioro

La demanda de tierras seguirá aumentando por el crecimiento de la población y su desarrollo, por lo tanto, es indispensable, por una parte cambiar las formas de producción hacia un aprovechamiento sustentable y por el otro restaurar los ecosistemas para luego conservarlos y asegurar su permanencia (Holl *et al*, 2000; Douglas, 2001; Martínez *et al*, 2006 y Armesto *et al*, 2007). Las reservas y áreas

protegidas se convierten en ecosistemas de referencia y bancos de especies y germoplasma para las zonas a restaurar (Dobson *et al*, 1997) por ello resulta muy importante profundizar en los conocimientos básicos de los ecosistemas (Holl *et al*, 2000 y Martínez *et al*, 2006).

La preocupación por recuperar los ecosistemas obedece en gran medida a la necesidad de asegurar los insumos para el mantenimiento de la humanidad (Katz, 1991; Palacio-Prieto *et al*, 2000 y Gayton, 2001) por lo tanto la restauración ecológica, que, dicho sea de paso, resulta ser de las actividades más costosas (Holl, 2003), se convierte en un elemento crucial en el manejo del medio ambiente mundial haciendo necesario buscar nuevas formas de investigación (Palmer *et al*, 2005). Dejar la regeneración de los ecosistemas a los procesos naturales tomaría décadas o siglos y hasta milenios para desarrollar las comunidades clímax (Dobson *et al*, 1997).

Los conceptos de conservación y restauración pueden encontrarse desde la Grecia clásica, pero los fundamentos modernos de la restauración ecológica están contenidos en los escritos de Henry David Thoreau, George Perkins Marsh y Aldo Leopold, quien dirigió los primeros trabajos de restauración en Wisconsin en los años 30.

La restauración ecológica busca reestablecer los componentes, pero sobretodo los procesos, de un ecosistema dañado, para llevarlo a un estado previo histórico, a un estándar contemporáneo establecido o hacia una condición futura deseada. La restauración ecológica resulta una oportunidad para aprender del entorno natural mientras se intenta juntar sus partes y hacerlo funcionar, a diferencia de la ciencia tradicional que aprende aislando los componentes (Dobson *et al*, 1997 y Gayton, 2001).

La Sociedad para la Restauración Ecológica⁷ se funda en 1988 como una organización con la misión de *promover la restauración ecológica como un medio para sostener la biodiversidad y reestablecer una relación saludable entre la naturaleza y la cultura*. La SER internacional, por sus siglas en inglés (Society for Ecological Restoration) tiene 14 secciones para atender las regiones de Norte América, Inglaterra, Europa, Australia e India.

Las definiciones

La SER define la restauración ecológica como: *el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido* (SER, 2004) de manera que sea capaz de continuar por sí mismo su autopropagación (Clewell, 2005). Davis y Slobodkin, 2004 proponen que la restauración ecológica es *el proceso de restituir uno o más de los valiosos procesos o atributos del paisaje*. La clave de la restauración ecológica está en recuperar no sólo los

⁷ www.ser.org

componentes de un ecosistema, sino, sobretodo, sus procesos internos (Douglas, 2001). Higgs (1997) propone llamarle *regeneración*, en lugar de restauración y así manifestar el compromiso de la humanidad con los ecosistemas. Además, igual que Davis y Slobodkin (2004) propone una concepción expandida donde una restauración ecológica efectiva y eficiente considere aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, económicos, estéticos y morales.

Los enfoques

Los primeros esfuerzos de restauración ecológica se dirigieron a las especies en particular, sin embargo no importa que tan rara o carismática sea una especie, esta siempre será parte y estará contenida dentro de un ecosistema, por lo tanto, la visión de la restauración debe ser holística y considerar a la especie como parte de un todo. Si el ecosistema y sus procesos están intactos, todas las especies que dependan de ese ecosistema tendrán mejores oportunidades de sobrevivir. Ello, a diferencia de si los esfuerzos se concentraran en sólo mantener un tamaño de población ignorando su hábitat. En el caso de especies migratorias deben considerarse todos sus hábitats (los de alimentación, los de reproducción, etc.) aún cuando se encuentren en otros países (Gayton, 2001). Por ello, tener claras las escalas de tiempo y de espacio en las que deben desarrollarse los proyectos de restauración ecológica es simplemente indispensable (Douglas, 2001; Holl y Crone, 2004).

Existen tantas formas de restauración ecológica como tipos de ecosistemas y problemáticas se presenten (Gayton, 2001 y Holl, 2003). La gama de alternativas para restaurar puede ir desde regresar al ecosistema original hasta crear un ecosistema totalmente nuevo, todo depende de cada caso en particular (Dobson *et al*, 1997).

Hay situaciones que sólo requieren modificar, o remover, un disturbio en específico de forma que se restablezcan los procesos ecológicos que conduzcan a la recuperación del ecosistema por sí mismo. Hay, en cambio, situaciones más complejas, con causas de deterioro multifactoriales, en donde es necesario combatir por varios frentes. Por ejemplo, además de eliminar la fuente de deterioro en determinado ecosistema, habrá que modificar la calidad del agua y los suelos, eliminar las especies exóticas, reintroducir especies nativas y asegurar su mantenimiento, entre otras muchas intervenciones (Gayton, 2001).

Aunque cada proyecto debe analizarse de manera particular, el foco de atención, en general, suele darse en tres niveles (Ehrenfeld, 2000): a) especies, b) ecosistemas o c) servicios ambientales. Cada enfoque tiene sus ventajas y desventajas y no existe una forma correcta, todo depende de cada caso en particular. La genialidad de una buena restauración estriba en lograr la fusión de lo ideal con lo posible (Gayton, 2001).

La sucesión ecológica

La secuencia de cambios por los que pasa una comunidad biótica, antes de alcanzar su máximo desarrollo posible, se denomina sucesión ecológica. La restauración ecológica *auxilia* a una comunidad (un sitio o ecosistema) en su secuencia de sucesión ecológica hacia una condición futura deseada. La restauración ecológica puede acelerar algunos pasos, por ejemplo, mejorando las condiciones del suelo (inoculaciones) o del agua (calidad), germinando semillas en viveros o con plantaciones de las especies nativas deseadas, sin embargo, el proceso de sucesión ecológica tomará su propio tiempo para alcanzar el máximo potencial de la comunidad, incluyendo el establecimiento de sus miembros y relaciones (Gayton, 2001).

Tradicionalmente la sucesión ecológica se veía como algo lineal. Ahora se sabe que no hay un sólo camino con una meta, sino muchas rutas para distintos destinos. Se reconoce que hay especies exóticas que nunca lograrán ser extirpadas y formarán parte del nuevo ecosistema. Que algunas comunidades quedarán arrestadas en estados de sucesión temprana y no seguirán avanzando aún cuando todo parezca estar bien y se haya eliminado la fuente del deterioro. Y que la degradación puede ocasionar cambios fundamentales de manera que nunca se regrese al ecosistema original y la sucesión tome un nuevo camino hacia un ecosistema totalmente diferente (Gayton, 2001 y Holl, 2003).

Línea de base y Monitoreo

Inventariar y monitorear son actividades fundamentales para la restauración ecológica. Es necesario conocer el estado inicial del ecosistema para entonces establecer las metas que se quieren alcanzar. El desarrollo del proyecto debe ser monitoreado durante su implementación y la evaluación que se realice en el largo plazo (Martínez *et al*, 2006) será la única manera de determinar si la restauración ha sido exitosa. Esta evaluación permitirá comparar datos de un área restaurada (tratamiento) respecto a datos de un área similar no tratada (control) para obtener conclusiones estadísticas válidas (Gayton, 2001) y permitir un aprendizaje.

Manejo adaptativo

Los principios del manejo adaptativo son muy útiles para los proyectos de restauración ecológica. Esta técnica, con bases en el método científico, fue desarrollada a finales de los años 60 por C. S. Holling y sus colegas en el Instituto de Ecología de Recursos de la Universidad de Columbia Británica⁸. Consiste en crear un ciclo de retroalimentación de conocimiento y aprendizaje continuo para mejorar la implementación y cumplimiento de metas del proyecto que se encuentre en curso así como para nuevos proyectos. El manejo adaptativo tiene la

⁸ <http://www.orst.edu/instruction/anth481/ectop/ecadm.html>

propiedad de ser flexible y permite probar nuevos enfoques. Se propone como una manera de obtener conocimiento confiable y aprender mientras se realiza la experimentación con modelos de campo (Weber, 1993 y Gayton, 2001). La colaboración entre manejadores (administradores) e investigadores resulta determinante para el éxito en proyectos con escala de paisaje (Holl, 2003).

Como todo ciclo de proyectos los pasos a seguir en el manejo adaptativo son los siguientes:

1) Evaluación del problema.- Se define el alcance del daño en el sitio o en el ecosistema. Debe sintetizarse el conocimiento existente y explorar resultados potenciales de acciones alternativas de restauración. Se valoran las acciones para el cumplimiento de los objetivos. Se identifican los vacíos de información clave para entender el sistema.

2) Diseño.- Durante esta fase se establecen los objetivos y metas de manera que resulten apropiadas, claras y posibles. Se describe la condición futura deseada (esto puede ser conducir al ecosistema a un estado sucesional previo histórico, a un estándar contemporáneo establecido o hacia una condición futura elegida, incluso, un ecosistema diferente). Un factor determinante en el éxito de una restauración es la participación activa de los actores involucrados (Janzen, 1998), por ello se recomienda incluirlos en el diseño del proyecto (Armesto *et al*, 2007). En esta etapa se debe diseñar el proyecto en su totalidad, incluyendo el presupuesto y su administración así como los indicadores completos de todos los niveles, especificando sus medios de verificación. Es muy importante establecer límites estrictos en los costos de planeación y ejecución de los proyectos, en especial para economías como la de México (Armesto *et al*, 2007).

3) Implementación (o ejecución).- Se realizan los trabajos para la restauración. Usualmente son procesos de muchos pasos que requieren no sólo la instalación sino varios años de mantenimiento.

4) Monitoreo.- Se da seguimiento a los indicadores de proceso para determinar que tan efectivas son las acciones realizadas en el cumplimiento de los objetivos propuestos.

5) Evaluación.- Los resultados conseguidos son comparados con el diseño o pronóstico y con la condición inicial (resultados obtenidos *vs.* resultados esperados y situación final *vs.* situación inicial). Las razones de las diferencias encontradas se interpretan. Esto se realiza tiempo suficiente después de la implementación para que sea posible medir el impacto.

6) Modificaciones y ajustes.- Prácticas, objetivos y modelos usados son analizados y ajustados conforme a los resultados obtenidos. El entendimiento ganado en

cada etapa del proyecto puede conducir a replantear el problema, hacer nuevas preguntas y proponer nuevas opciones para el proyecto y para otros proyectos similares.

Es indispensable implementar un buen sistema de documentación, especialmente en proyectos que se extienden por un largo tiempo. La comunicación de los resultados obtenidos resulta de gran importancia para la construcción de un legado de conocimiento sobre la restauración ecológica que puede ahorrar muchos recursos en nuevos proyectos de restauración en regiones similares. Una red latinoamericana sobre restauración ecológica facilitaría esta tarea (Armesto *et al*, 2007).

La restauración ecológica en la LGEEPA

Las zonas de restauración están contempladas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en el capítulo II del Título II, artículos 78, 78 bis y 78 bis 1.

Según la ley, en aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban. En la formulación, ejecución y seguimiento de dichos programas, la Secretaría deberá promover la participación de los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas (Brañes, 2000).

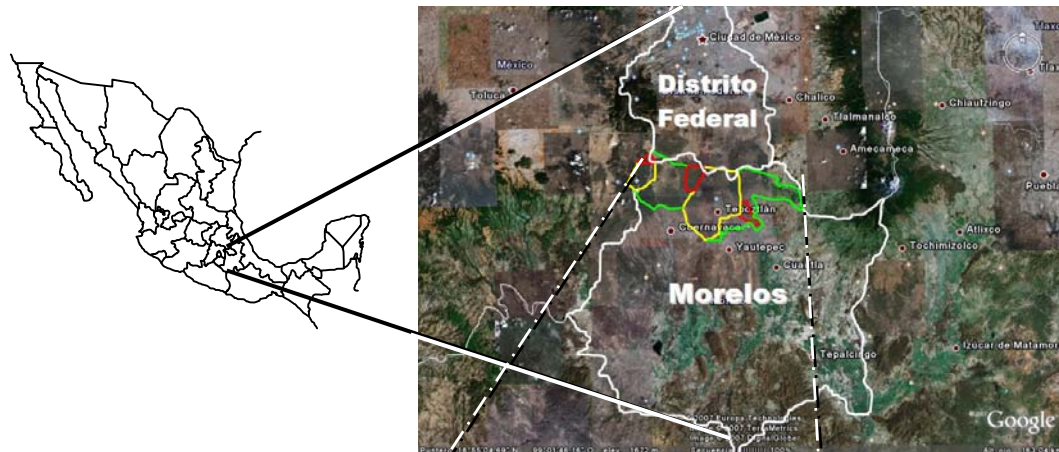
2. Corredor Biológico Chichinautzin

La sierra del Chichinautzin se ubica al noroeste del estado de Morelos, en la región sur del Distrito Federal y al sureste del Estado de México. Forma parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal (*figura 2.1*). En 1988 (y modificado en 2000) se decretó como Área Natural Protegida (ANP), con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, un corredor biológico que integrara los Parques Nacionales (PN) Lagunas de Zempoala (decretado en 1936 modificado en 1947) y El Tepozteco (decretado en 1937). Así, el ANP denominada Corredor Biológico Chichinautzin protege una superficie de 65,721.57 hectáreas integrada por 37,873.81 has del Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre, 4,561.75 has del PN Las Lagunas de Zempoala y 23,286.51 has del PN El Tepozteco (UAEM, 2007).

La administración del área protegida es federal y está a cargo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). El PN El Tepozteco contiene una zona arqueológica con una pirámide en honor a Tepoztécatl, principal deidad del pulque y se encuentra administrada por el Instituto Nacional de Historia y Antropología (INAH). Los poblados son administrados por su autoridad municipal correspondiente.

En la zona del Corredor Biológico del Chichinautzin convergen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical del continente americano, lo que resulta en un área de gran biodiversidad y centro de endemismos. Además, la elevada permeabilidad de sus suelos la convierten en una región importantísima de recarga de acuíferos. Esta zona forma un límite natural para el crecimiento poblacional del Distrito Federal y la ciudad de Cuernavaca. Adicionalmente es un lugar muy importante para mejorar la calidad del aire (Parkswatch, 2007).

El corredor incluye, en el estado de Morelos, parte de los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Jiutepec, Tepoztlán, Tlalnepantla, Totolapan, Tlayacapan, Atlatlahucan y Yautepec; al sur del Distrito Federal, parte de las delegaciones políticas de Milpa Alta y Tlalpan y, en el Estado de México, una parte del municipio de Ocuilan de Arteaga (coordenadas extremas 18°50'30" y 19°05'40"N; 98°50'51" y 99°20'00"W) (CONANP, 2007).



Elaborada a partir de imágenes de Google Earth

Figura 2.1.- Ubicación del Corredor Biológico del Chichinautzin



Imagen elaborada a partir de información obtenida de CONANP y Google earth

Figura 2.2.- Zonificación del Corredor Biológico del Chichinautzin. **1:** zona núcleo Chalchihuites **2:** zona núcleo Chichinautzin Quiahuistepec y **3:** zona núcleo Las Mariposas.

El Corredor Biológico Chichinautzin tiene tres zonas núcleo, señaladas con números en la *figura 2.2*: la zona de Chalchihuites (1) abarca 783,14 ha, la zona del Chichinautzin Quiahuistepec (2) con un área de 2.873,11 ha y la zona Las Mariposas (3) con un área de 1.740,86 ha. El resto de la superficie (31.905 ha aproximadamente) pertenece a la zona de amortiguamiento que conecta al parque Lagunas de Zempoala con el parque El Tepozteco y funciona como un corredor biológico en sí. En las zonas núcleo no se permite ningún tipo de actividad excepto de investigación científica y conservación. En la zona de amortiguamiento se permiten algunas actividades productivas como la agricultura, ganadería y aprovechamiento forestal reguladas por un programa de manejo del área.

Elementos abióticos (UAEM, 2007)

Geológicamente en el Corredor Biológico predominan los materiales ígneos extrusivos de la era cenozoica, en la región se encuentran cerca de 300 volcanes jóvenes. Las unidades de suelo en la zona son Andosol, Litosol, Regosol, Feozem, Luvisol, Vertisol, Acrisol y Rendzina. El Andosol es el más ampliamente distribuido y se utiliza para agricultura de riego. Le sigue el Litosol, utilizado para agricultura de temporal.

La totalidad de los cuerpos de agua del Estado de Morelos pertenecen a la cuenca del Balsas. El Corredor Biológico tiene gran importancia dentro del balance hídrico regional pues es una zona determinante en la recarga de acuíferos debido a su amplia extensión con un elevado índice de infiltración (del 70 al 80%), aunado a una precipitación promedio anual máxima de 1,300 milímetros y a una altitud de hasta 3,450 metros sobre el nivel del mar. Incluye, además, las cabeceras de los ríos Yautepec y Apatlaco.

El Parque Nacional Lagunas de Zempoala (que en nahuátl significa veinte lagunas) contiene siete lagos llamados: Zempoala, Compila, Tonatiahua, Acomantla, Acoyotongo, Quila, Hueyapan y un pequeño manantial llamado la Joya de Atezcapan. De los siete lagos, tres se encuentran completamente secos y los otros cuatro presentan un régimen de fluctuaciones del nivel del agua debido, en parte, a la rápida infiltración, pero sobretodo al aprovechamiento del agua en los pueblos cercanos.

En el Corredor Biológico Chichinautzin se reconocen cuatro tipos climáticos principales de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García en 1964: *Semifrío C(w2)(w)(b')* con temperatura media anual entre 5 y 12°C, lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos, porcentaje de lluvia invernal menor de 5 mm (de la precipitación total anual), con verano fresco y largo. Se localiza en el noreste y centro de las porciones más elevadas del Corredor, en altitudes mayores a 3,000 msnm.

Templado C(w2)(w)(b), distribuido paralelamente por debajo del anterior, en una franja que corre en dirección este-oeste, con temperaturas entre 12 y 18°C con verano fresco y largo. Altitudes de 2,000 a 3,000 msnm en localidades como Huitzilac, Tepoztlán, Tres Cumbres, Huecahuasco y Yecapixtla.

Semicálido A(C)(w2)(w), el más fresco de los cálidos, subhúmedo, con lluvias en verano, las temperaturas oscilan entre los 18 y 22°C. Se ubica al sur de la zona templada, con altitudes menores de 2,000 msnm en localidades como Cuernavaca, Tlayacapan, Oaxtepec y Atlatlahucan.

Semicálido A(C)(w1)(w), presenta lluvias de verano, en el intermedio de los subhúmedos, considerado un clima de transición. Se localiza en una pequeña zona al sur del pentágono que conforma el Parque Nacional El Tepozteco.

Elementos bióticos (UAEM, 2007)

El Corredor Biológico Chichinautzin es una zona de gran biodiversidad y centro de endemismos por la confluencia de elementos bióticos de afinidad Neártica y Neotropical.

Existe una gran diversidad de hongos con 315 especies registradas aproximadamente y más de 80 especies son aprovechadas para consumo local y comercio. Se reconocen 785 especies de plantas de 135 familias, que incluyen 68 especies de plantas acuáticas. Del total de especies, 44 son consideradas como características del Corredor, 30 especies son endémicas de México y 66 se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-056-ECOL-1994. Entre los elementos florísticos de afinidad Neártica se encuentran géneros como: *Quercus*, *Pinus*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Castilleja* y *Penstemon* y de los de afinidad Neotropical: *Bursera*, *Agave*, *Echeveria*, *Tecoma*, *Cosmos*, *Mimosa* y *Fourcraea*.

Los tipos de vegetación presentes son:

Bosque de pino en altitudes entre 2,800 y 3,500 msnm con especies como *Pinus montezumae*, *P. hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. teocote*, con alturas de dosel de 20 a 30 m;

Bosque de oyamel presente en altitudes entre 2,500 msnm y los 3,200 msnm con alturas de dosel de 30 a 40 m, se encuentra en áreas de suelo profundo;

Bosque de encinos en altitudes de: 1,500 a 2, 800 msnm, con especies como *Quercus obtusa*, *Q. rugosa*, *Q. splendens*, y *Q. laurina* y con una altura promedio de 20 m;

Otros: **bosque de agnus, bosque mesófilo de montaña, matorral crasicaule, matorral rosetófilo, pastizal subalpino, pradera y selva baja caducifolia.**

La artropofauna citada para el Corredor enlista cerca de 1,348 especies de artrópodos y 39 de las especies han sido descritas en la zona. Se han reportado 132 especies de mariposas y 47 especies de libélulas.

Existen 5 especies de peces que habitan principalmente los cuerpos de agua del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, pero sólo una especie: *Girardinichthys multiradiatus* (Mexcalpique) es nativa, las otras cuatro han sido introducidas intencional o accidentalmente para diversos fines.

Los anfibios de la zona están representados por 10 especies (3.5% de las especies de México) y se encuentran 43 especies de reptiles que representan el 3.64% de las especies de México. Destacan las especies endémicas: ajolote *Ambystoma altamiranoi*, el ajolote de Zempoala *Rhyacosiredon zempoalensis* que se encuentra bajo la categoría de amenazada, la ranita de montaña (*Hyla eximia*), la víbora de

cascabel de bandas (*Crotalus transversus*) y la rana de Tlaloc (*Rana tlaloci*) que se consideran en peligro de extinción según la NOM-056-ECOL-1994.

De las 237 especies de aves, 36 son endémicas para México; el gorrión serrano zacatero (*Xenospiza baileyi*) y la subespecie de la codorniz de Moctezuma *Cyrtonyx montezumae merriami* están consideradas en peligro de extinción, 14 especies están amenazadas, cuatro están clasificadas como protegidas y tres como raras, según la NOM-056-ECOL-1994.

En el corredor se han registrado 60 especies de mamíferos (13.39% de las especies de México). Se encuentran 14 especies endémicas que representan el 10% del total para México. Destacan el teporingo (*Romerolagus diaza*) y el ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*), especies endémicas del eje Neovolcánico, asimismo dos felinos: puma (*Puma concolor*) y gato montés (*Lynx rufus*). El venado colablanca subespecie mexicana (*Odocoileus virginianus mexicanus*) habita en la región.

Contexto social (UAEM, 2007)

Dentro del Corredor Biológico Chichinautzin existen 104 localidades de diverso tamaño con una población total, en 1996, de 50 mil habitantes. En la zona de influencia del Corredor Biológico existen otras 49 localidades con una población estimada de 97 mil habitantes, lo que significa que el corredor recibe la influencia de los habitantes de 153 localidades más la población de las ciudades de México y Cuernavaca. Existen poblados grandes dentro de la reserva, en especial los de Tepoztlán, Amatlán, Tlayacapan y Huitzilac con una población flotante muy importante los fines de semana. La actividad turística en el área protegida es de tipo regional, nacional, e internacional y se desarrolla con mayor intensidad en el parque del Tepozteco. Las Lagunas de Zempoala son usadas para la pesca y como sitio de esparcimiento y de belleza paisajística principalmente los fines de semana.

En el Corredor la tenencia de la tierra es mixta, predomina la de tipo comunal y ejidal sobre cualquier otra.

Se estima un total de 24,730 personas catalogadas como población indígena. El 75% hablan Náhuatl, 11% Mixteco y 4% Tlapaneco y prácticamente todos (98%) hablan también el español. El 70% de los hablantes de lenguas indígenas se concentra en la región norte de la entidad. Las localidades del Corredor tienen diversos grados de marginación, desde nulo o muy bajo hasta localidades con alto grado de marginación (INEGI, 2002).

En general, el 80% de las actividades productivas que se realizan en el Corredor son primarias como la agricultura de temporal en policultivo (milpa), los llamados

huertos tradicionales o de traspatio y la ganadería, asimismo actividades extractivas como el ocoteo, la extracción de tierra y de madera. Dentro de las actividades productivas secundarias, la industria es incipiente, aunque existen diversos talleres para la producción de muebles y existe alfarería, sobre todo en Tlayacapan. El 15% de las actividades son del sector terciario y están relacionadas al turismo (gastronomía, hotelería y venta de artesanías, caminatas por el bosque, recorridos a caballo y en bicicletas de montaña). En el caso de Tepoztlán el 53% de las actividades son servicios, el 17% son del sector secundario y el 30% del primario (Vargas, 1997).

Problemática

Actualmente el Corredor Biológico Chichinautzin está amenazado por el cambio del uso de suelo, la venta de tierras, los incendios forestales, la cacería furtiva, la deforestación y la venta ilegal de tierra de monte y roca volcánica (Vargas, 1997; UAEM, 2007; Parkswatch, 2007).

Existe una gran presión debido al crecimiento poblacional y al desarrollo urbano de las zonas norte de Cuernavaca, Tepoztlán y sur del Distrito Federal. En muchas localidades existe la venta ilegal de predios para la construcción de viviendas lo que favorece la construcción de caminos y otros problemas relacionados con la falta de servicios como contaminación de los cuerpos de agua y disposición incorrecta de desechos.

Por otro lado, existen programas del gobierno federal contrapuestos a los objetivos del ANP que incentivan la conversión del terreno en tierras de cultivo y de ganadería ocasionando la tala del bosque. La tala ilegal para la venta de madera así como la extracción de resinas por ocoteo son actividades tradicionales y cotidianas para los habitantes locales.

La cacería furtiva es una actividad arraigada para los pobladores no sólo como cacería de subsistencia sino como actividad recreativa que se realiza todo el año sin discriminación. Las principales presas son el conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), el conejo de monte (*S. canicularius*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el coatí (*Nasua narica*), el lince (*Lynx rufus*), el coyote (*Canis latrans*), la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y la codorniz (*Cyrtonyx montezumae*).

Existen fábricas en la región que realizan la extracción y transformación de la roca volcánica en asfalto. La extracción de tierra de monte es muy común en los bordes de las carreteras y se realiza en grandes cantidades por lo que extensas superficies quedan descubiertas y expuestas a la erosión. Esta actividad no sólo destruye el estrato herbáceo sino la posibilidad de regenerarse porque elimina el suelo.

Adicionalmente, la región es muy vulnerable a incendios forestales debido al turismo que hace fogatas y a las prácticas agrícolas que usan la quema antes de la siembra.

En la mayoría de los casos las amenazas a la integridad del corredor biológico se deben a la falta de cumplimiento de las restricciones de uso de los recursos naturales. A su vez, esto se debe diversas causas entre las que se pueden mencionar: falta de conocimiento de tales restricciones por parte de los propietarios de la tierra; poca valoración de los bienes y servicios que produce el ecosistema; falta de alternativas productivas sustentables; falta de planeación participativa; falta de vigilancia ocasionada por personal insuficiente o poco capacitado; falta de procuración de justicia en la región; administraciones con presupuesto y personal insuficientes; falta de certidumbre en la tenencia de la tierra; falta de certidumbre en los límites de la reserva; ausencia de coordinación interinstitucional e incentivos contrarios a los intereses del área natural protegida; entre otros.

3. UMAs

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre

Los antecedentes

Las labores de gestión del gobierno mexicano para administrar y regular el aprovechamiento de los recursos de la vida silvestre, en este siglo, se iniciaron en 1904 con la creación de la Junta Central de Bosques y Arboledas (SEMARNAP, 1997) a la que le han seguido una sucesión de ajustes institucionales hasta llegar a la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

A partir de los conceptos y principios derivados del Convenio de Diversidad Biológica en la Cumbre de la Tierra (celebrada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil), México, junto con 157 países, se comprometió a conservar su diversidad biológica y aprovecharla dentro de un modelo de desarrollo sustentable. Así, en 1997, la entonces SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), presentó, a través de la Dirección General de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología, el *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural* como una propuesta de desarrollo sustentable y conservación de la biodiversidad de México.

Para cumplir sus objetivos, el Programa propone estrategias relativas a: la conservación y recuperación de especies prioritarias; el financiamiento; la modernización administrativa; la adecuación de instrumentos; la creación y consolidación de mercados; el fortalecimiento de las capacidades de vigilancia; la participación social; la información y la difusión; el establecimiento de compromisos interinstitucionales a nivel nacional; el cumplimiento de los compromisos internacionales, así como la implementación del Sistema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre como un elemento complementario al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

El concepto de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) integra, bajo un mismo esquema, sitios y actividades como: criaderos extensivos e intensivos de fauna silvestre, zoológicos, viveros y jardines botánicos, circos así como espectáculos fijos y ambulantes (SEMARNAP, 1997).

Descripción

Desde su creación, el propósito⁹ de las UMAs es contribuir a conciliar la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México. Las UMAs promueven esquemas alternativos de producción que generen beneficios económicos a la vez que se conserven las especies de interés y sus hábitats. En ellas se fomenta el uso racional y planificado de los recursos naturales para contribuir a la conservación de la biodiversidad, o en su caso, frenar, y si es posible, revertir los procesos de deterioro ambiental.

El titular de una UMA es el propietario de la tierra, o legítimo poseedor¹⁰, sin importar cuál sea el tipo de tenencia: ejidal, comunal o pequeña propiedad. El poder Ejecutivo de la Federación, a través de la Semarnat, otorga a los titulares de las UMAs el derecho al aprovechamiento de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre así como la corresponsabilidad en la preservación del hábitat y las especies que ahí habiten. Esto se establece en la Ley General de Vida Silvestre decretada en julio del año 2000 y en su reglamento publicado en 2006. El marco regulatorio anterior, la Ley Federal de Caza 1952-2000, otorgaba el derecho de aprovechamiento a cazadores organizados a través de clubes cinegéticos (que dependían de la Federación Mexicana de Tiro Olímpico) sin considerar el derecho de los legítimos poseedores de los predios donde se distribuyera la fauna silvestre.

Las UMAs operan con base en un Plan de Manejo¹¹ registrado y autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (Semarnat) que debe asegurar la viabilidad de cada proyecto así como la del hábitat, las poblaciones silvestres y los ejemplares de las especies de interés. El diseño de las UMAs debe considerar que una parte de los beneficios económicos derivados de la producción se destinen a la operación de la UMA, parte se reinvierta en programas de conservación, monitoreo e investigación (operación del Plan de Manejo) y otra parte se canalice directamente a obras de beneficio social y económico para los propietarios de la tierra, quienes están a cargo del manejo y funcionamiento de la UMA.

9 Según la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)

10 Definido en la Ley General de Vida Silvestre como: El poseedor de buena fe en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

11 Actualmente existen planes de manejo “tipo” para las especies que se van a aprovechar, los cuales pueden consultarse en:

<http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/Pages/sistemadeunidadesdemanejo.aspx>

Los tipos de aprovechamiento que se pueden realizar dentro de las UMA se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.1.- Tipos de aprovechamiento que se permite realizar en las UMAs

<i>Extractivos</i>	<i>No extractivos</i>
Cacería deportiva	Ecoturismo
Mascotas	Investigación
Ornato	Educación ambiental
Alimento	Fotografía, video y cine
Insumos para la industria y la artesanía	
Exhibición	
Colecta	

En México se han registrado, hasta agosto de 2007: **7,830¹² UMAs** lo que significa el **14.09%** del territorio nacional con una extensión de 27.69 millones de hectáreas. Desde que se crearon han aumentado en un promedio anual de 8.7% anual.

El 85% de las UMAs se encuentra en el norte del país y la principal actividad es el turismo cinegético (*figura 3.1*).

El noroeste del país concentra el 27% de las UMAs y el noreste tiene casi el 60%; el centro occidente, sólo el 8%. Las UMAs en el norte han sido una estrategia de diversificación productiva muy difundida. Nuevo León es el estado con más UMAs registradas y Sonora el estado con mayor extensión manejada como UMA.

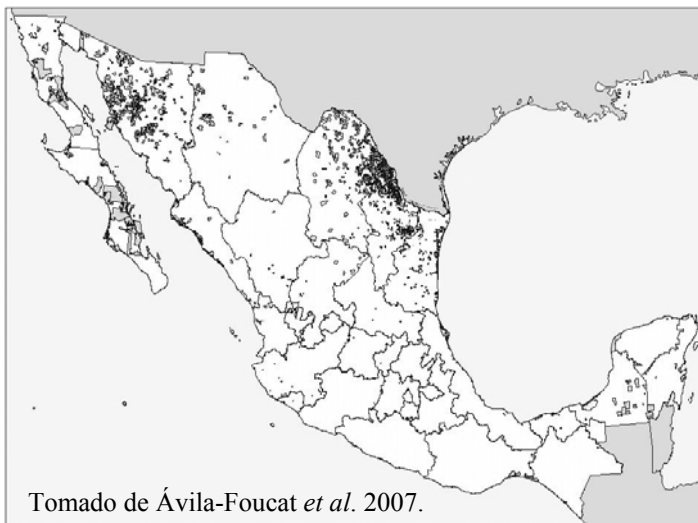


Figura 3.1.- Ubicación de las UMAs en México.

En el sur de México, donde se encuentran los estados con mayor índice de marginación, las estrategias de desarrollo rural como las UMAs adquieren una gran importancia. El número de UMAs y la superficie que hoy abarcan es mucho menor

12 Según datos de la página electrónica de la DGVS hasta 31 agosto de 2007:
<http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/Pages/sistemadeunidadesdemanejo.aspx>

que en el norte y el número de registros ha ido en aumento (Ávila-Foucat *et al.* 2007).

Modalidades

Existen dos modalidades de manejo para las UMAs: intensivo y extensivo.

El tipo de UMAs que se dedican al *manejo intensivo* de ejemplares confinados para la producción de pies de cría, reproducción de especies amenazadas, exhibición, educación ambiental e investigación son los criaderos intensivos, zoológicos, viveros, jardines botánicos y espectáculos fijos y ambulantes.

Las UMAs *extensivas*, en cambio, están basadas en el aprovechamiento directo del medio natural (cosecha sustentable) y operan mediante técnicas de manejo del hábitat y del monitoreo de poblaciones silvestres de las especies de interés para lograr su uso sustentable.

Las UMAs extensivas son una propuesta de regulación sobre el aprovechamiento de la vida silvestre considerando que si es el propietario de la tierra quien recibe los beneficios económicos derivados del uso sustentable de los recursos naturales de su predio, esto generará un incentivo para la conservación, no sólo de la especie de interés, sino también de su hábitat y, por lo tanto, de todas las especies que en él se encuentren (Ávila-Foucat *et al.*, 2007).

Hasta agosto de 2007 se han registrado **5,443 UMAs de modalidad extensiva**, esto es el **69.5%** del total de UMAs registradas. El esquema extensivo, además de promover la protección del hábitat y la conservación de las especies de flora y fauna asociadas a la especie de interés, se considera un instrumento de organización de las actividades productivas. Tal es el caso del aprovechamiento cinegético, el cual representa un importante esquema alternativo de producción en el país (Guajardo, R y A. Martínez, 2004).

Panorama general de las UMAs cinegéticas en México

Los Beneficios de una UMA

Debido a que la caza deportiva organizada y regulada es una práctica demandada por gente con posibilidades económicas para realizarla, constituye un medio directo y efectivo para llevar riqueza de las ciudades al medio rural (existen clubes de caza, tiro o pesca en todos los estados del país) (Villarreal, 2006). El turismo cinegético genera impactos económicos que se traducen en generación de empleos locales, incremento en la rentabilidad de la tierra e ingreso de divisas extranjeras. Todo ello al tiempo que se fomenta la conservación de las especies de interés y su hábitat al asignarles precios de mercado reales (Guajardo, R y A. Martínez, 2004). Las UMAs cinegéticas buscan, en su definición, compatibilizar y reforzar

mutuamente la conservación de la biodiversidad con el desarrollo socioeconómico de México (SEMARNAP, 1997).

Beneficios ambientales

Aunque el turismo cinegético se practicaba en el norte desde los años 40, es en 1967 cuando se establecen los primeros ranchos cinegéticos de México en Tamaulipas. Desde sus inicios, estos ranchos operaron bajo el concepto de ganadería diversificada, idea que surge en los años 60 como respuesta a la necesidad de incremento en la rentabilidad de la ganadería tradicional en el noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) -región con un uso ganadero en poco más del 85% de su suelo desde al menos hace 350 años-. La ganadería diversificada consiste en continuar con la producción de ganado pero además "producir" fauna silvestre de interés cinegético en su hábitat natural. El esquema se consolida en 1987 con la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI) -como una sección de la Confederación Nacional Ganadera- que para 1999 registraba 900 ganaderos en los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas que, en conjunto, manejaban bajo este concepto más de 8 millones de hectáreas de matorrales xerófilos y bosques.

Entre los principales beneficios ambientales que se han obtenido en predios manejados como UMAs extensivas de venado colablanca se pueden enlistar los siguientes (Villarreal, 2006):

- **Recuperación de poblaciones de fauna silvestre.** A mediados de la década de los 60's el venado colablanca texano en el noreste de México se encontraba en los límites de la extinción, hoy en día sus poblaciones son abundantes con densidades de hasta 20 venados por km². Otras poblaciones beneficiadas han sido: el armadillo, mapache, puma, búho cornado, zorra gris, gato montés, pecarí de collar y las aves. En el ejido Carlos Cano Cruz, en Campeche, la población reportaba densidades de pavo ocelado de 5/km² en 1999 y de 15/km² en 2007 (Ávila-Foucat *et al.* 2007).
- **Re poblamiento de venado colablanca texano** en matorrales xerófilos naturales de Nuevo León con la traslocación de 9 mil venados durante los años 1992 a 1999.
- **Supresión de desmontes** masivos y /o mal planificados con el fin de conservar el hábitat natural que requiere la fauna silvestre de interés cinegético, lo cual beneficia a todas las especies silvestres que comparten ese hábitat.
- **Supresión de la caza furtiva y/o indiscriminada** pues los propietarios se convierten en los mejores guardianes de su fauna con el fin de lograr un beneficio económico sostenido.

- **Construcción de fuentes de agua** para lograr el “arraigo” de la fauna silvestre de interés cinegético, lo que también beneficia a las especies (residentes y migratorias) que comparten el hábitat.

- **Obras de mejoramiento del hábitat** como reforestación, conservación y fomento del establecimiento y crecimiento de especies vegetales indispensables para proveer agua alternativa, alimento y cobertura para el venado (Villarreal, O. 2005). En el ejido Carlos Cano Cruz, en Campeche, la población realiza campañas de reforestación, combate a incendios, educación ambiental y vigilancia participativa (Ávila-Foucat *et al.* 2007). Como resultado del mejoramiento de los ecosistemas además aumenta la calidad y diversidad de la oferta cinegética nativa y pueden surgir diversas actividades recreativas relacionadas con el ecoturismo tanto para la temporada cinegética como para el resto del año (Guajardo, R y A. Martínez, 2004).

- **Supresión de sobrepastoreo** con el ajuste de la carga animal y rotación de potreros.

- **Detiene el avance de la frontera agropecuaria y promueve la regeneración de ecosistemas.**- Entre 1993 y el año 2002 el cambio de cobertura vegetal primaria a secundaria fue mayor en los bosques mesófilos de montaña, seguidos por las selvas, los bosques y luego los matorrales. La agricultura y la ganadería ganan superficie a los distintos tipos de vegetación a través de la vegetación secundaria (SEMARNAT, 2007). En el caso del venado colablanca en particular, es una especie que prospera adecuadamente en sitios con vegetación secundaria. Debido a que el aprovechamiento sustentable del venado requiere el mejoramiento de su hábitat, una UMA extensiva de venado no sólo detiene el avance de la frontera agropecuaria, sino que fomenta la recuperación de la vegetación original y la fauna asociada.

- **Desarrollo de una nueva “cultura agropecuaria”** que valoriza la biodiversidad silvestre y la considera como parte del nuevo modelo de producción rural garantizando su conservación.

- **Creación de corredores biológicos** que favorece el intercambio genético de poblaciones.

- **Mantenimiento de bienes y servicios ambientales**¹³ derivados de la conservación de los ecosistemas

13 Definidos en la Ley General de Vida Silvestre como: Los beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y su hábitat, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos.

Beneficios económicos

El mercado cinegético internacional se divide en países con economías cinegéticas desarrolladas como la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y Japón; y en países emergentes en el mercado como México, Colombia, Argentina, Uruguay y Paraguay. A África (austral, tropical y oriental) se le considera en un rubro aparte por ser fundamentalmente receptora y poseer la oferta más atractiva sin sustitutos en el mercado internacional.

En México la cacería deportiva genera importantes beneficios económicos aún cuando se estima que está en menos del 13% de su potencial, lo que la convierte en una alternativa importante a desarrollar para potenciar el crecimiento económico de México. Guajardo y Martínez consideran que, en condiciones óptimas, el impacto económico total en el norte del país podría ser similar al de la cacería deportiva en el estado de Texas (de 3,636 millones de dólares anuales). Si se sumaran todas las oportunidades derivadas del aprovechamiento de la fauna silvestre (pesca, caza, avistamiento de aves, etc.) el potencial de ingresos en la región norte asciende a 1,000 millones de dólares anuales.

Según datos del Consejo Estatal de Flora y Fauna Silvestre del Estado de Nuevo León los ganaderos productores de becerros, trabajando de una forma eficiente y logrando exportar sus becerros, obtienen una utilidad neta de \$850.00 por becerro. Con la cacería de venados, considerando un precio promedio de \$20,000.00, obtienen una utilidad neta de \$16,000.00 equivalente a la exportación de 19 becerros.

Tan sólo en el norte del país (Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), en la temporada cinegética 2001-2002 (considerando especies de pelo y de pluma), los turistas cinegéticos realizaron un gasto directo¹⁴ de más de **\$1,220 millones de pesos** (57% generado por cazadores nacionales y 43% por cazadores extranjeros) con un impacto económico¹⁵ de \$2,882,275,958.00 (gasto directo: 42%; gasto indirecto¹⁶: 6%; gasto inducido¹⁷: 52%). Esa temporada se generaron un total de 43,685 empleos y el gobierno recibió casi \$385 millones de pesos por la venta de cintillos¹⁸ adicionales a los impuestos que se generaron por la venta de bienes y servicios (Guajardo, R y A. Martínez, 2004). En España el ingreso por turismo cinegético se estima en 6 mil millones de dólares anuales y en Estados Unidos 20 mil millones de dólares anuales (REDES, 2005).

14 Gasto directo: resulta cuando los cazadores compran bienes y servicios al gobierno, las UMAs y las tiendas minoristas (lo cual genera ingresos y empleos).

15 Impacto económico: considera la suma de los efectos directos, indirectos e inducidos.

16 Gasto indirecto: resulta cuando las UMAs y las tiendas minoristas adquieren bienes y servicios de sus empresas proveedoras (lo cual genera ingresos y empleos).

17 Gasto inducido: resulta cuando los empleados de las UMAs, las tiendas minoristas y las empresas proveedoras gastan el salario recibido en bienes y servicios generando ingresos y empleos.

18 El cintillo es el sistema de marca que demuestra la legal procedencia del ejemplar.

Los inconvenientes

Un problema importante asociado a la implementación de las UMAs en México es la introducción de especies exóticas con la finalidad de aumentar la oferta cinegética. Para 2006, un total de 660 UMAs en 16 estados de la República reportaron la presencia de especies exóticas. La fuga de estos animales en las UMAs es algo común. Medellín, 2005 reporta **49 especies** exóticas pertenecientes a 7 familias de mamíferos y 5 familias de aves. Es posible encontrar desde jirafas, hipopótamos, llamas, zebras, impalas, gacelas, búfalos y hasta camellos pero las especies más comunes (presentes en más UMAs) son: *Antílope cervicapra*, *Axis axis*, *Cervus elaphus*, *Dama dama* y *Sus scrofa*. En 5 estados se han reportado poblaciones ferales de algunas de las especies introducidas. Un ejemplo de la gravedad de esta situación son las poblaciones ferales del marrano silvestre (*Sus scrofa*) que es una de las especies más difíciles de controlar y erradicar una vez que se establecen las poblaciones ferales. En 1992 se sabía de la existencia de esta especie en dos estados (Chihuahua y Durango) y para 1995 se registró el establecimiento de una población feral. Diez años después se ha reportado la presencia de esta especie en 16 UMAs y se sabe la existencia de poblaciones ferales en al menos 4 estados (Chihuahua, Durango, Sonora y Sinaloa) resultado de los patrones de dispersión a gran distancia de la especie (Weber *et al*, 2006).

Otro problema, en particular para la caza del venado colablanca, es la traslocación de subespecies. Debido a que sólo 3 de las 14 subespecies son susceptibles de clasificar e ingresar a los libros de records internacionales, los ganaderos, inversionistas y tenedores de la tierra están intentando establecer criaderos de estas tres subespecies, principalmente del venado texano y del de coues, en regiones que no corresponden a sus áreas de distribución y hábitats originales. La traslocación de subespecies implica tres grandes riesgos. Primero, la transmisión de enfermedades como parásitos o la distocia, que es un problema en la parición de cervatillos por incompatibilidad del tamaño y otras características de la madre y su cervatillo. En Durango se reportó el caso donde una hembra de coues parió un cervato producto de la cruce con un venado texano (subespecie de mayor tamaño). La hembra fue intervenida y el cervatillo nació por cesárea, en vida silvestre hubieran muerto ambos. Segundo, la competencia interespecífica. Los machos del venado texano, que son de mayor tamaño, desplazan a los machos de las otras subespecies que son más pequeños en la cobertura de las hembras. Tercero, la mezcla de las subespecies y la consecuente pérdida de diversidad genética (Villarreal, 2006 y Galindo y Weber, 1994).

A pesar de que en algunas regiones ha resultado ser una alternativa productiva exitosa, las experiencias de este tipo de sistemas de manejo también han tenido consecuencias de deterioro de la biodiversidad (por ejemplo: se eliminan indiscriminadamente depredadores naturales) y en algunos casos ha contribuido a

la polarización social. La idea original de conservación de la vida silvestre con frecuencia ha quedado relegada ante el interés de aumentar la producción de la fauna en función de la demanda (Weber, 1993 y Medina, 2007).

La falta de capacitación de los propietarios de las UMAs es otro problema importante y muy común en el centro y sur del país. Una de las principales causas de ello es el nivel de marginación y condición socioeconómica en que se encuentran las comunidades. En el norte la mayoría de los propietarios de las UMAs son propietarios individuales de la tierra con una clara visión empresarial y un mercado consolidado respaldado por organizaciones civiles, en contraste con el sur, donde la tenencia de la tierra es, en su mayoría, común, existe un gran desconocimiento del marco legal y el nivel socioeconómico en general es bajo.

La falta de capacidad de autogestión ocasiona problemas como: a) que oportunistas como intermediarios (coyotes) se quedan con la mayor parte de la ganancias económicas (hay comunidades que sólo reciben el 10% del gasto del turista); b) que los monitoreos de las poblaciones no se realicen adecuadamente; c) que dependan de un tercero, en ocasiones con la figura de técnico responsable, que en ocasiones vela por sus intereses personales antes que por los de la comunidad.

Las autoridades correspondientes carecen de un buen sistema de seguimiento del desempeño de las UMAs y en muchas ocasiones desde los datos para el registro de las UMAs presentan información deficiente o insuficiente. Los expedientes y las bases de datos están incompletas y contienen errores por lo que es difícil dar seguimiento a los aprovechamientos realizados. Esto se debe en parte a que los propietarios o responsables técnicos no cumplen con la entrega de los informes, o la calidad de la información en ellos es deficiente, aunado en ocasiones a que la captura de la información no se realiza de la manera adecuada. Además, la información de las UMAs se encuentra dividida entre las oficinas centrales de la Dirección General de Vida Silvestre y la Delegaciones de la SEMARNAT en los Estados, en gran parte debido al lugar de registro de la UMA.

La SEMARNAT realiza supervisiones técnicas principalmente cuando se detectan inconsistencias en la información presentada tanto en informes como en solicitudes de tasas de extracción, sin embargo en muchas ocasiones los recursos no son suficientes para una adecuada supervisión. Este problema, aunado a que para muchas especies no existe información actualizada sobre el estado de las poblaciones y se desconoce la capacidad de carga de los ecosistemas, redundando en autorizaciones de extracción con alto riesgo tanto de sobreaprovechamiento como de subaprovechamiento.

Finalmente, no se ha implementado el uso de indicadores para aproximarse a la evaluación integral de la sustentabilidad (con sus vertientes social, económica y

ecológica) en los sistemas de manejo como las UMAs (sólo existen para uso de suelo con fines agrícolas y silvícolas). No existe ninguna evaluación externa a la SEMARNAT sistemática ni académica dirigida a evaluar el funcionamiento de las UMAs a nivel nacional respecto a su contribución al desarrollo socioeconómico, a la conservación de la biodiversidad de México y el cumplimiento de sus objetivos. Sólo existen algunas caracterizaciones a nivel regional (García-Marmolejo, 2005).

Los permisos

Para realizar la actividad cinegética en México es necesario cumplir con varios requisitos. Según el artículo 96 de la LGVS²² los cazadores nacionales deberán portar una *licencia de caza*²³. Los cazadores residentes en el extranjero no pueden obtener una licencia de caza en México y por lo tanto deben contratar a un prestador de servicios de aprovechamiento registrado, el cual, deberá contar con una *licencia para la prestación de servicios relacionados con la caza deportiva*. Los titulares de las UMAs se consideran como prestadores de servicios registrados pero también pueden contratar a un tercero (intermediario entre el cazador y el propietario de la UMA). En este caso la UMA le otorga un *permiso al prestador de servicios intermediario* cobrándole una cuota (que la UMA determina) por permitirle llevar clientes a cazar en su propiedad.

Cada año las UMAs deben solicitar a la SEMARNAT la tasa de aprovechamiento²⁴ autorizada correspondiente para cada temporada de caza por especie. Para ello, la UMA debe justificar la tasa solicitada con un monitoreo poblacional que avale que el número de individuos solicitados es una cosecha sustentable. La DGVS analiza la información y otorga una *tasa autorizada de aprovechamiento* por especie, para cada UMA, cada época hábil de la temporada de caza de cada año. Asimismo la DGVS pone a la venta el sistema de marca²⁵ para identificar los ejemplares, partes y derivados que sean aprovechados de manera sustentable. Para el caso del venado colablanca la marca es un *cintillo*. Cada cintillo está foliado y ampara el aprovechamiento de un sólo individuo.

Los cazadores deberán portar en todo momento su *permiso para portar de armas de fuego*²⁶ y en caso de haber cobrado alguna presa, esta deberá portar el sistema

22 LGVS.- Ley General de Vida Silvestre. Última reforma, Diario Oficial de la Federación 01-02-2007.

23 *Licencia de caza*: El documento mediante el cual la autoridad competente acredita que una persona está calificada, tanto por sus conocimientos sobre los instrumentos y medios de las actividades cinegéticas, como de las regulaciones en la materia, para realizar la caza deportiva en el territorio nacional. Implica el pago de derechos correspondiente.

24 Tasa de aprovechamiento: La cantidad de ejemplares, partes o derivados que se pueden extraer dentro de un área y un período determinados, de manera que no se afecte el mantenimiento del recurso y su potencial productivo en el largo plazo.

25 *Sistema de marca*: Método de identificación, aprobado por la autoridad competente, que conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, puede demostrar la legal procedencia de ejemplares, partes o derivados.

26 *Permiso para portar armas*: Otorgado por la Secretaría de la Defensa Nacional.

de marca que demuestre la legal procedencia del ejemplar. En México las armas sólo pueden comprarse en la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). En caso obtener armas de otro país deben llevarse a registrar a la SEDENA²⁷.

En el caso de turistas cinegéticos extranjeros debe agregarse el trámite del *certificado de turista cinegético, permiso para importación de armas con fines cinegéticos* (además del *permiso de transporte*) y el *permiso de exportación de trofeos*. Los trámites toman un mínimo de 20 días previos al ingreso al país.

El perfil de los cazadores (REDES, 2005)

El 57% de los cazadores que visitan las UMAs en México son nacionales (52% de ellos provienen de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas) y el 43% restante son extranjeros provenientes de EEUU (89%), de Canadá (9%) y de Europa (2%). El padrón de cazadores nacionales para 2004 era de 47,340 con un incremento del 8.8% promedio anual (Ávila Foucat *et al*, 2007), mientras que los turistas cinegéticos extranjeros tienen una tasa de incremento anual del 10.5%. En Estados Unidos el padrón de cazadores para 2005 registraba 4 millones de cazadores. Se estima que la baja presencia del mercado internacional se debe a problemas de oferta más que de demanda.

El 91% de los cazadores nacionales tienen más de 36 años de edad y la mayoría está entre 56 y 65 años por lo que se considera que esta afición está envejeciendo. El 56% de los cazadores de Estados Unidos tienen entre 25 y 45 años y el promedio de edad es de 35.8 años. El 43.2% de los cazadores nacionales tienen estudios universitarios y sólo el 20% tiene estudios menores de secundaria, a diferencia de los cazadores de Estados Unidos quienes la mayoría (44%) cuenta con escolaridad media o menor.

La mayoría de los cazadores nacionales (41%) percibe entre 5 y 10 mil pesos mensuales y el 30% ganan más de 15 mil (cabe mencionar que el costo promedio de un ejemplar de pluma se considera en 4 mil pesos y de una especie de pelo en 14 mil pesos, sin gastos de viaje). El 65% de los cazadores extranjeros perciben más de 300 mil pesos anuales con un ingreso promedio mensual de 42 mil pesos. La escolaridad aunada al ingreso tiene una influencia determinante en la exigencia de la calidad de los servicios recibidos.

La estancia promedio del cazador nacional es de 3.5 días con duración del viaje de 6.5 días, la del cazador extranjero es 5.24 con duración de viaje de 13.7 días. En ambos casos sugiere una derrama económica diversificada. El 75% de los cazadores nacionales viajan por tierra en su propio vehículo (más de la mitad de

27 Secretaría de la Defensa Nacional- Dirección General del Registro Federal de Armas de Fuego y Control de Explosivos- Dirección de Comercialización de Armas y Municiones, www.sedena.gob.mx.

ellos en vehículos todo-terreno). Casi el 65% de los cazadores extranjeros viajan por tierra y el 56.2% usan transporte propio.

La mayoría de las personas que gustan de la caza también tienen afición por la pesca, el golf, el tiro al blanco, observación y fotografía de vida silvestre, turismo de aventura y campismo.

Una amplia gama de servicios

La diversidad de servicios que se ofrecen a los cazadores en México es considerablemente amplia. Mientras algunas UMAs ofrecen únicamente el derecho a entrar a la propiedad y obtener su ejemplar, otras ofrecen paquetes integrales con traslados, hospedaje, alimentación, guías personalizados, armas municiones y hasta la garantía de obtener el ejemplar deseado.

En el norte del país es posible encontrar UMAs de todas las categorías. En contraparte, en el sur del país existen pocas UMAs con infraestructura turística; se ofrece sólo el servicio de guía y en ocasiones el transporte para recibir a los cazadores. La demanda es principalmente nacional y sobretodo regional, los cazadores son en su mayoría del mismo estado o de los estados vecinos (Ávila-Foucat *et al.* 2007).

Los precios por cazar las diferentes subespecies de venado varían considerablemente. Un grupo de cazadores de Monterrey comentan que han pagado 4 mil dólares por un ejemplar de venado texano *Odocoileus virginianus texanus* en el norte del país mientras que por un ejemplar de *Odocoileus virginianus mexicanus* en Michoacán pagaron sólo 4 mil pesos.

Los precios por servicios cinegéticos en el norte del país varían entre 500 y 2,000 dólares diarios por persona con los siguientes servicios incluidos: transporte desde el aeropuerto, alimentos, bebidas, hospedaje, transporte dentro de la UMA, guías personalizados y preparación de las piezas. El costo promedio por ejemplar es 1,500 dólares y 4,500 dólares por matar o herir un venado de calidad de trofeo.

Diseño regional de las UMAs

Mandujano, 2004 recomienda que el manejo de venados debe realizarse con el enfoque de ecología del paisaje y metapoblacional evitando que las UMAs se conciban de manera independientes y desconectadas unas de otras. Cuando las poblaciones de venado están constituidas con una estructura metapoblacional, el hecho de cercar y/o no permitir el intercambio de individuos entre distintas poblaciones que habitan en diferentes UMAs tiene como consecuencia alteraciones que podrían llevar a la disminución en el número de individuos en algunas de estas poblaciones, poniéndolas en mayor riesgo si adicionalmente son sobrecazadas.

Para evitar que las UMAs se conviertan en islas de aprovechamiento y conservación debido a que muchas veces las áreas registradas bajo UMA son más pequeñas que incluso los ámbitos hogareños de las especies de interés, en algunas zonas del país se ha optado por registrar, o en algunos casos simplemente organizar, a las UMAs de manera regional.

Un ejemplo de la organización regional de UMAs es el "Programa Regional de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre de la Cuenca de Palo Blanco, Nuevo León" donde participan más de 48 UMAs con una superficie de más de 112 mil hectáreas (1,120 km²)

Los ecosistemas de esta cuenca son el matorral xerófilo en el valle y los bosques de encino y de pino-encino en las sierras circundantes. Ahí se aprovecha cinegéticamente el venado colablanca texano *O. virginianus texanus* y al pecarí de collar, además de la crianza y producción de ganado. Las especies protegidas son: oso negro, águila real, puma, gato montés, zorra gris, más de 150 especies de aves silvestres y más de 60 especies de mamíferos silvestres. Además, el guajolote silvestre se encuentra en proceso de reintroducción. Actualmente se piensa en lanzar un programa regional de turismo ecológico basado en la prestación de servicios turísticos a personas interesadas en la observación y fotografía de aves silvestres en su hábitat natural. El aprovechamiento cinegético sustentable, principalmente del venado colablanca, ha resultado ser en la región una alternativa productiva rentable que ha permitido la diversificación de las actividades ganaderas tradicionales y que ha contribuido a la capitalización de ranchos ganaderos tradicionales. Por ello, la cacería del venado ha significado un incentivo real para que los propietarios de esos predios participen directamente en la conservación de los hábitats naturales y los recursos naturales de la región (Villarreal, 2007).

En busca de indicadores del éxito de las UMAs cinegéticas como incentivo para la restauración y conservación de los recursos naturales en la región, se llevó a cabo un inventario preliminar de la avifauna de la Cuenca en el periodo de abril de 2005 a diciembre de 2006 (Villarreal, 2007). Se encontraron 145 especies de 42 familias que equivalen al 36.8% de las 394 especies y 77.7% de las 54 familias de avifauna reportadas para el estado cuando los terrenos de la cuenca corresponden al 1.7% de la extensión territorial del estado de Nuevo León. Villarreal destaca que, a partir del establecimiento de las UMAs cinegéticas, los propietarios han llevado a cabo obras de mejoramiento de hábitat como desarrollo de fuentes de agua, vigilancia participativa y denuncia ciudadana de la cacería furtiva en sus terrenos lo que ha favorecido el mantenimiento de la avifauna y otras especies de vertebrados en la región.

Otro ejemplo de la planeación regional que se realiza de las UMAs es un proyecto diseñado en la Sierra de Jalmich, Michoacán. El proyecto se encuentra en sus etapas iniciales a pesar de llevar varios años trabajando en él. Consiste en establecer el Sistema de UMAs Cotija-Tocumbo en la Sierra de Jalmich para la protección, conservación, manejo y uso sostenido del venado cola blanca y de su hábitat. Consideran que en inicio incluya 5 UMAs, sin embargo no han podido registrarlas principalmente debido a la falta de certidumbre en la tenencia de la tierra. En algunos casos los predios en el campo no coinciden con las medidas y límites establecidos en las escrituras. En otros casos no pueden comprobar la propiedad del predio. Este tipo de problemas relacionados con la tenencia de la tierra son muy comunes en todo el país y han sido un factor limitante para el registro de UMAs sobre todo en los estados del centro y del sur.

En la zona de Chamela-Cuixmala, Jalisco, existen también proyectos a nivel regional para el manejo del venado colablanca. En esta región, la conservación del colablanca contribuye directamente para la recuperación y conservación de las poblaciones de puma y jaguar presentes en la zona.

Finalmente en la Mixteca del estado de Puebla, que es una de las regiones más pobres y marginadas del país, se ha implementado el modelo de ganadería diversificada de la ANGADI (producción de bovinos para carne con aprovechamiento cinegético de la fauna silvestre). Para el año 2002 operaban 11 UMAs de venado colablanca, subespecie mexicana *O. virginianus mexicanus* con una superficie total de 14334,63 has en ocho municipios. Se ha estimado que la región tiene un área potencial para manejo extensivo de colablanca de 500 mil has (Villarreal, O., 2002).

4. El Venado Colablanca

Este carismático ungulado debe su nombre a la cola corta, ancha y blanca que mantiene levantada, como una bandera de señales, cuando corre hacia el bosque.

Biología

Taxonomía

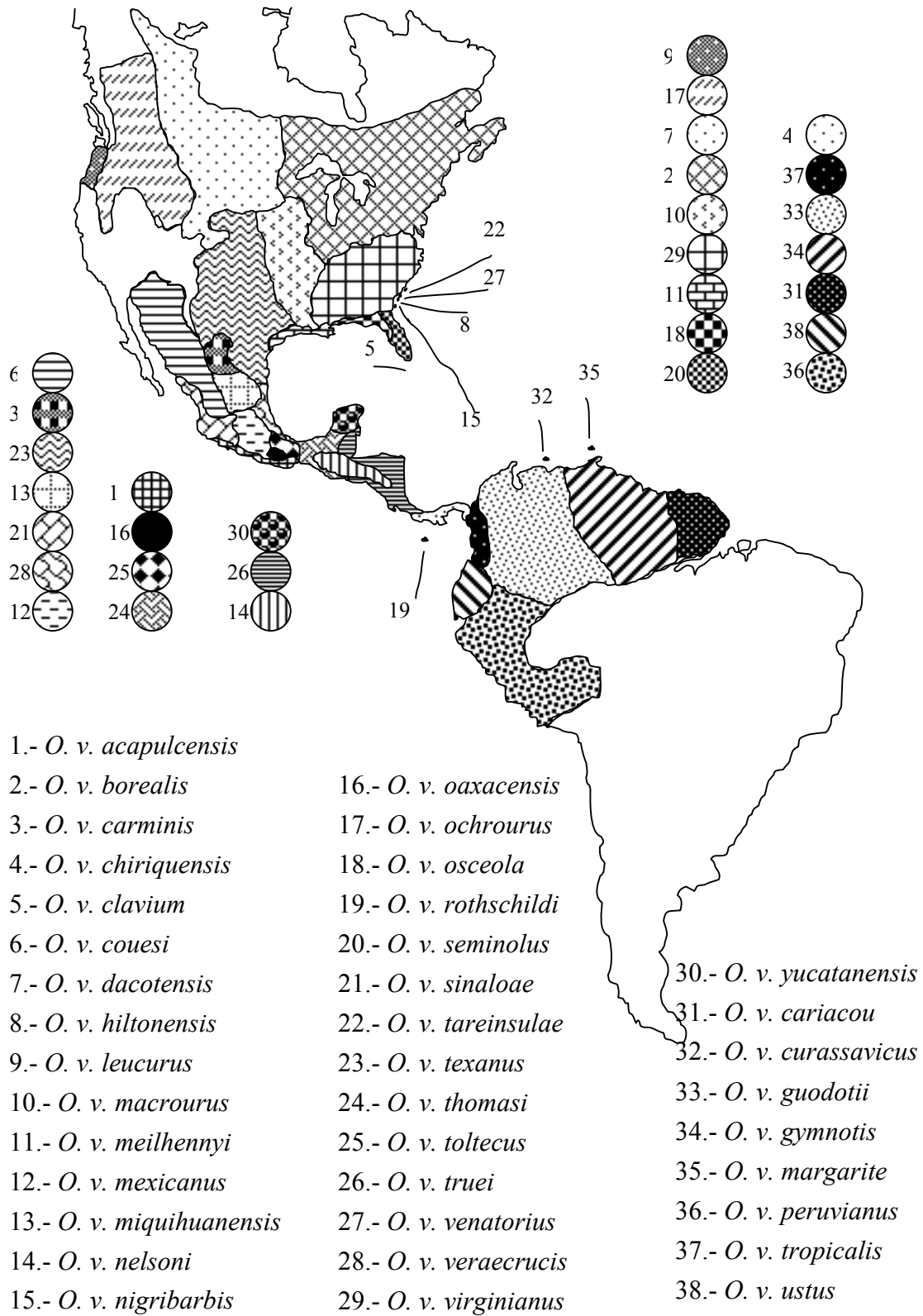
El venado colablanca pertenece al orden Artiodactyla que está formado por los mamíferos euterios que caminan sobre las pezuñas de su tercer y cuarto dedos. En México este orden tiene cuatro familias: la Tayassuidae (ejemplo: los jabalíes), la Antilocapridae (ejemplo: el berrendo), Bovidae (ejemplo: el borrego cimarrón) y la familia Cervidae, a la que pertenecen los venados (Leopold, 1959).

La familia Cervidae apareció en el Mioceno, aproximadamente hace 25 millones de años, en Eurasia y actualmente se encuentra distribuida en la mayor parte del mundo, excepto Australia y la mayor parte de África. La evolución de la familia ha aumentado el tamaño del cuerpo y de las astas de estos animales (Halls, 1984).

En México existen cuatro especies de cérvidos: *Mazama americana* (temazate rojo), *Mazama pandora* (temazate café o gris), *Odocoileus hemionus* (venado bura, venado mula, venado colanegra o venado colaprieta) y *Odocoileus virginianus* llamado comúnmente venado colablanca (Aranda, 2000). Una quinta especie, el wapiti *Cervus elaphus merriami*, existió alguna vez en la zona próxima a la frontera norte pero fue exterminada a principios del siglo XX (Leopold, 1959; Galindo-Leal y Weber, 1998).

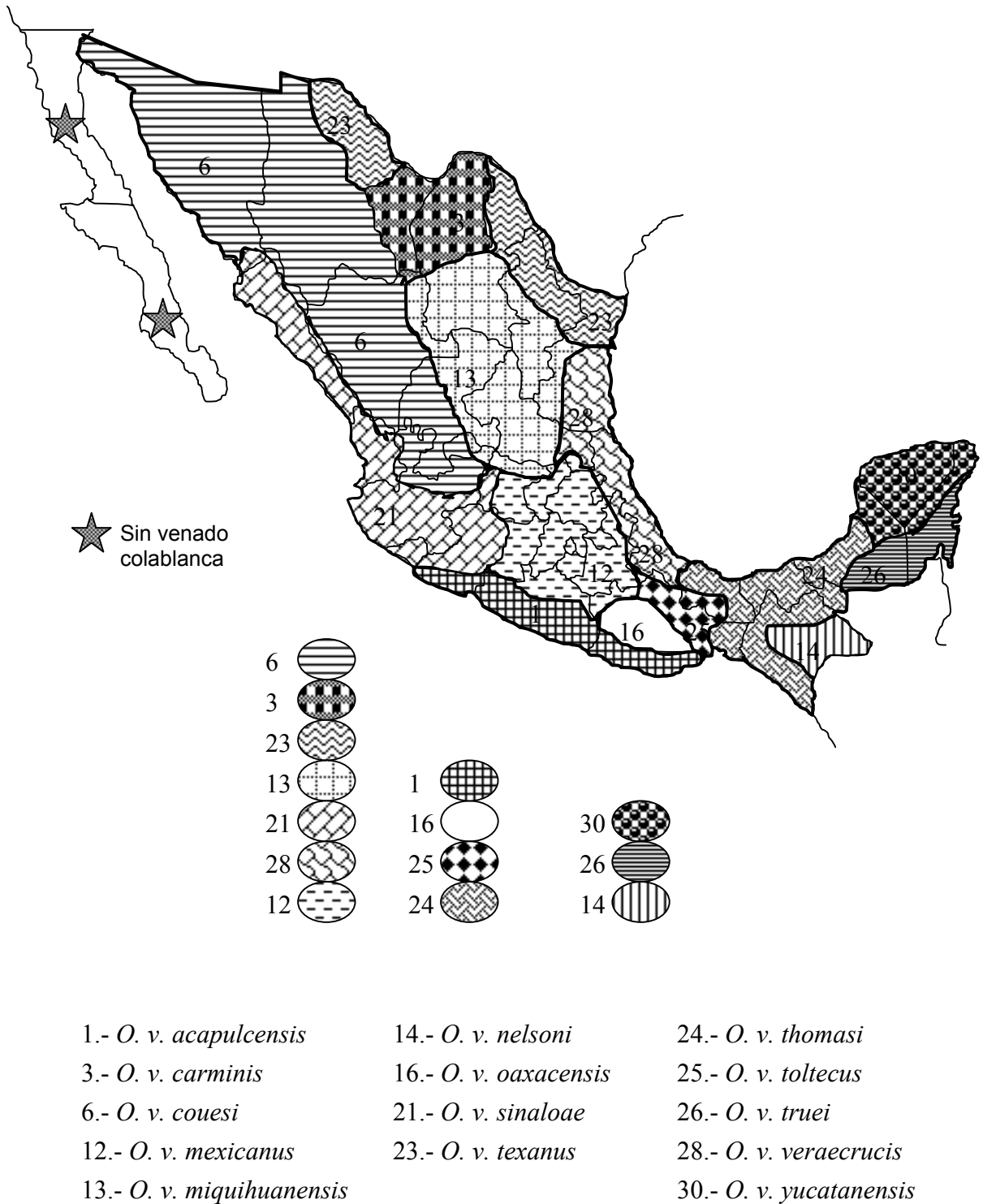
Distribución

El venado colablanca *Odocoileus virginianus*, Zimmerman, 1780, se distribuye únicamente en el continente Americano. Sus poblaciones no son continuas y se encuentran dispersas (Galindo y Weber, 1998) en la mayor parte del continente, desde el centro de Canadá, a 60° de latitud Norte y hasta Bolivia, a 15° latitud Sur (Halls, 1984). En México se distribuye en todo el territorio nacional, excepto en la Península de Baja California.



Elaborado con base en Halls, L. en Schmidt, 1978

Figura 4.1. Distribución geográfica de las 38 subespecies de venado colablanca.



Elaborado con base en Halls, L. en Schmidt, 1978 y modificaciones de Villarreal, 2006.

Figura 4.2. Distribución geográfica original de las 14 subespecies de venado colablanca en México.

Subespecies

De las 38 subespecies del venado colablanca *Odocoileus virginianus* que se han descrito, en México se encuentran 14 (Schmidt, 1978). Debido a que la descripción de las subespecies que dio origen a la diferenciación que actualmente se conoce fue realizada con base en datos morfométricos de un solo individuo "tipo", hace que los estándares de las subespecies no sean claros (Logan-López *et al*, 2006). Actualmente en el centro multidisciplinario de estudios en biotecnología de la Universidad Michoacana así como en otras instituciones (Cienfuegos-Rivas, 2002), se están realizando estudios más específicos para la diferenciación de las subespecies.

En la *figura 4.2* se aprecia que, excepto en Baja California, era posible encontrar al menos una subespecie de colablanca en todo el territorio nacional, sin embargo la pérdida de hábitat aunado a la cacería no controlada, han disminuido considerablemente las áreas de distribución actuales, sobretodo en el centro y sur de México donde, en algunas áreas, las poblaciones de venado incluso han desaparecido (Mandujano, 2004; Galindo y Weber, 1998 y Villarreal, 2006). Aunque no existe una recopilación sistemática, existen reportes de traslocaciones de subespecies hacia áreas diferentes a su distribución original (y donde existen otras subespecies) para fines de repoblamiento o con fines turísticos y cinegéticos (Álvarez-Romero y Medellín, 2005).

Cuadro 4.1.- Superficie de la distribución original de las 14 subespecies del venado colablanca Odocoileus virginianus y porcentaje que representa del territorio nacional mexicano (tomado de Villarreal, 2006).

Subespecie	Superficie (Km ²)	Porcentaje (%)
<i>O. v. couesi</i>	515,052	28.3
<i>O. v. carminis</i>	187,028	10.3
<i>O. v. mexicanus</i>	174,404	10.0
<i>O. v. miquihuanensis</i>	174,142	9.6
<i>O. v. sinaloae</i>	167,709	9.2
<i>O. v. veraacruzis</i>	134,206	7.3
<i>O. v. thomasi</i>	105,247	5.8
<i>O. v. yucatanensis</i>	80,445	4.4
<i>O. v. texanus</i>	68,358	3.8
<i>O. v. acapulcensis</i>	59,537	3.2
<i>O. v. truei</i>	41,106	2.2
<i>O. v. toltecus</i>	40,464	2.2
<i>O. v. nelsoni</i>	37,107	2.0
<i>O. v. oaxacensis</i>	30,000	1.7

Descripción física

Los de la especie *Odocoileus virginianus* son animales veloces de patas esbeltas y movimientos estilizados que se encuentran en una gran variedad de ambientes. Tal diversidad se refleja en la variación de sus características físicas de acuerdo al lugar donde habite y se reconoce en ellas una gradación: los animales más grandes se encuentran hacia al Norte y los más pequeños hacia el Sur.

En general, el venado colablanca es un animal de pelaje corto, suave y denso, que lo cambia dos veces al año, es de color café grisáceo en el invierno y café rojizo en el verano (Halls en Schmidt, 1978), el vientre, la barba y la garganta son blancos, al igual que una banda alrededor del hocico y el círculo que rodea los ojos. La cola es café por encima, en los bordes y en la parte ventral es blanca. Cuando corre, puede alcanzar los 64 Km/h, levanta la cola verticalmente y la mueve de un lado al otro como una bandera blanca de señales (Leopold, 1959 y Halls, 1984). Son buenos nadadores (Halls, 1984). Las crías nacen de color café rojizo con motas blancas, coloración que conservan hasta alrededor de los 3 meses (Aranda, 2000).

Sólo los machos tienen astas. Alrededor de los ocho meses de edad les salen los primeros chipotes y exhiben su primer canasta de astas al cumplir un año y medio de nacidos. Las astas consisten en una rama basal curvada hacia delante de hasta 30 cm de longitud, de la que salen puntas delgadas y largas. Cada canasta de astas puede tener desde dos y hasta 10 puntas en los adultos. Las astas se caen cada año al término de la época de reproducción debido a una baja en la concentración de testosterona sanguínea (Alcérreca, 1999); normalmente cae un asta primero y la otra cae horas o días después (Carrillo, 1955). Las canastas de astas que ostentan los venados son el resultado de sus características genéticas, de la calidad de la alimentación que han tenido a lo largo de su vida y de ese año en particular, así como de la edad del venado (Villarreal, 2003). En ocasiones algunos individuos presentan astas sencillas y se denominan aleznillos (Aranda, 2000) por la similitud con la lezna de los zapateros para agujerear, coser y respuntar las pieles.

El tamaño corporal de los machos es de 20 a 30% más grande que el de las hembras (Coates-Estrada y Estrada, 1986). Desde la nariz y hasta la base de la cola pueden medir de 0.85 a 1.5 m y la cola desde 10 hasta 27 cm. (Ceballos *et al.* 1984 y Ezcurra y Gallina, 1981). La altura al hombro puede variar de 0.61 a 1.02m (Halls, 1984). Un adulto puede pesar desde 20 hasta 190 kg. (Aranda, 2000), pero en México, el peso promedio de machos se considera 65 kg y para las hembras, 40 kg. (Fabián *et al.*, 2007). Un cervatillo duplica su peso después de 15 días de nacido y lo cuadruplica al mes y medio de edad. Los machos siguen ganando peso hasta alcanzar su madurez física entre los 5.5 ó 6.5 años de edad (Villarreal, 2003), mientras que las hembras se estabilizan en un peso a partir del segundo año de edad, posiblemente como una consecuencia del gasto energético en la gestación, lactancia y cuidados parentales (Galindo y Weber, 1998).

Tienen un magnífico sentido del olfato y excelente oído; su vista combina una visión monocular de cada lado y binocular con ambos ojos, la estructura de los ojos les permite ver sus flancos y detectar objetos atrás (Halls, 1984). Poseen glándulas tarsales, metatarsales, interdigitales, prepucciales y lagrimales para la comunicación química especializada que mantiene esta especie (Galindo y Weber, 1998).

Son verdaderos rumiantes con un estómago complejo (Aranda, 2000) tienen cuatro cámaras: rumen, retículo, omaso y abomaso y sus respectivos simbiontes microbianos en las primeras dos cámaras. La dentadura está formada por 32 piezas, 8 incisivos ubicados en la mandíbula de abajo (los rumiantes carecen de incisivos superiores), 12 premolares (3 en cada cuarto de mandíbula) y 12 molares (Carrillo, 1955).

Historia de vida

La época de reproducción se da generalmente en invierno, excepto en lugares donde no hay cambio en el fotoperiodo y la reproducción ocurre en cualquier época del año (Halls, en Schmidh, 1978). Los machos dominantes delimitan y marcan sus territorios mezclando su orina con la tierra en sitios que se denominan escarbaderos. Las hembras visitan las áreas y orinan en esos escarbaderos donde los machos huelen las feromonas que le indican el momento en que las hembras están receptivas (Villarreal, 2006). Los machos se enfrentan en fuertes batallas por las hembras. Sólo en raras ocasiones muere uno o ambos contrincantes al trabar sus astas y quedar inmovilizados. El macho que gana la batalla gana asimismo el derecho de aparearse y los demás machos se retiran a buscar otras hembras.

Son polígamos, las parejas se forman por algunos días solamente (Halls 1984), 5 o 6 aproximadamente (de 2 a 3 días antes del estro y 2 a 3 días después) lo que sugiere que cada macho puede aparearse con cinco hembras en promedio por año (Villarreal, 2006).

Las hembras tienen estros de 24 horas, tiempo en el que el macho la sigue y no permite que otros machos se le acerquen. La pareja se aparea varias veces mientras la hembra dure en estro. Si no queda preñada, el siguiente estro se presenta 28 días después (Halls, 1984). Las venadas mayores suelen aceptar fácilmente al macho mientras que las jóvenes suelen escabullirse (Carrillo, 1955). Terminada la época de apareamiento en invierno, las crías nacen después de alrededor de 200 días o siete meses de gestación, durante el verano siguiente. Depende del clima, latitud y condiciones nutricionales, pero en general, el celo y la época de apareamiento puede ocurrir entre noviembre y marzo mientras que las

crías nacen desde junio y hasta septiembre (Leopold, 1959, Villarreal, 2003, Galindo y Weber, 1998).

Las primigestas paren un sólo cervato y las hembras de segundo y posteriores partos pueden parir dos y hasta tres cervatos, siempre y cuando las condiciones del hábitat sean favorables. Generalmente el proceso total de parto normal para cervatillos gemelos toma menos de 20 minutos a una venada adulta (Galindo y Weber, 1998). La relación hembras:machos al nacer es de 1:1 (Villarreal, 2006) sin embargo puede modificarse de acuerdo con la calidad del hábitat y con la densidad poblacional (Verme y Ullrey en Halls, 1984).

Debido a que los venados nacen en verano y se cazan en invierno, las edades se miden en medios años. Hembras y machos alcanzan su madurez sexual y participan en la reproducción durante su segundo invierno de vida, a la edad de 18 meses (Villarreal, 2003). Las madres se encargan de la crianza y cuidado de los pequeños cervatos que inician su alimentación entre los 30 y 60 minutos después de haber nacido. Las hembras desempeñan un papel fundamental para la sobrevivencia de los cervatos; los entrenan para ubicar las fuentes de agua en manantiales o arroyos y a encontrar áreas adecuadas para alimentarse y refugiarse. Las madres esconden a sus crías por separado en lugares con densa vegetación que las proteja de sus depredadores, especialmente en las primeras semanas de vida. Acuden a ellos varias veces al día para alimentarlos y se guían por sus llamados. Las pequeñas manchas blancas que tienen a los costados y en la espalda ayudan a ocultarlos mejor (Fabián, 2007).

Los primeros 4 años de vida destinan gran parte de sus recursos (alimentación) a la formación del cuerpo (huesos y músculo). Aproximadamente a los cinco años alcanzan su madurez física y los machos de 5.5 y 6.5 años de edad suelen ser los más dominantes, territoriales y exitosos en la cobertura de hembras, también son más cautos y tienen menos movilidad (Villarreal, 2003).

La edad de los venados colablanca se estima a partir de las características de su dentadura. Pueden vivir hasta 20 años en cautiverio pero su tiempo de vida promedio en vida silvestre es de 7.5 años, debido principalmente al desgaste de sus dientes (Villarreal, 2003).

Hábitos

Los movimientos de los venados están asociados con su alimentación. Se desplazan por senderos que conducen de sus echaderos a los sitios de alimentación y a sus rutas de escape. Son más activos en las primeras horas del amanecer y unas horas antes de la puesta del sol. Dependiendo de factores como edad, sexo, época del año, hábitat y latitud, entre otras cosas, pueden recorrer desde pocos cientos de metros hasta varios kilómetros en un solo día en busca de

alimento. Se han reportado venados locales que ocupan una pequeña región y nunca salen de ahí, mientras que también se reconocen venados migratorios que se desplazan en cierta época del año, ya sea para alimentarse, resguardarse del invierno o para reproducirse, pero siempre regresan a su lugar de origen. (Carrillo, 1955). Los venados descansan en echaderos superficiales localizados en sitios con densa vegetación herbácea y/o arbustiva y desde donde se pueda escuchar bien (Aranda, 2000). Comen despacio, pues son muy selectivos con su alimento, al terminar de ramonear suelen echarse a la sombra de un árbol a rumiar con lentitud porque el desarrollo su cuello lo dificulta (Carrillo, 1955).

Rastros

Aunque las manos y las patas del venado colablanca tienen 4 dedos, en las huellas sólo aparecen los dos dedos centrales. Las huellas, que tienen forma acorazonada, pueden encontrarse en senderos hechos por el hombre, en cambio, sus excretas, que son pellas de materia vegetal y rara vez pasan de 1.5 cm de largo, sólo se encuentran en sus senderos, o en sus sitios de alimentación, pero nunca en los senderos del hombre. En sus echaderos pueden observarse arbustos muy ramoneados y desprovistos casi de todo su follaje hasta una altura de 1.5 m. Si el venado come corteza de árboles delgados, éstos aparecen ramoneados siempre a la misma altura. Los machos tallan y pulen sus astas contra árboles pequeños y arbustos con lo que dejan las cortezas raspadas en un tramo de 50 cm de altura (Aranda, 2000).

Dieta

Los venados colablanca son herbívoros ramoneadores selectivos que se alimentan de hojas, brotes tiernos, flores, semillas, frutos, cortezas (Aranda, 2000) hongos y líquenes (Álvarez y Medellín, 2005) y temporalmente pueden comer pastos y hierbas (Leopold, 1959). Se ha observado que también comen parte de las astas caídas (Carrillo, 1955). Las especies vegetales y su proporción en la dieta del venado varían de acuerdo a la distribución geográfica de las poblaciones y la época del año. Las crías toman únicamente leche desde pocos minutos después del nacimiento (empezando con calostro) y durante las primeras dos semanas de vida. Transcurrido este tiempo, van incorporando poco a poco alimento sólido a su dieta, quedan destetadas desde los 3 o hasta los 6 meses de edad (Halls, 1984 y Galindo Weber, 1998).

Los venados se adaptan fácilmente a distintas dietas y la mayoría de las plantas invasoras secundarias de terrenos donde se ha cortado el bosque son bien aceptadas por el venado para incluirlas en su dieta, esto permite que el venado prospere aún en lugares donde el bosque está deteriorado (Carrillo, 1955). Generalmente presenta tres picos de actividad de forrajeo; en el amanecer, en el ocaso y a media noche (Galindo y Weber, 1998).

Pueden pasar horas lamiendo las rocas salitrosas durante las lluvias para mantener su balance de sodio. Bebe agua si está disponible pero puede pasar periodos tomando el rocío depositado en las hojas o el agua de lluvia recogida en las cavidades de las rocas. En secas puede caminar decenas de kilómetros en busca de manantiales o aguajes (Halls, 1984).

Cuando el hábitat es de buena calidad no existe competencia por alimento entre los venados y el ganado bovino dado que la dieta principal del ganado se basa en el pastoreo y consumo de gramíneas y la dieta del venado se basa principalmente en el ramoneo de hojas y tallos de especies arbustivas y hierbas silvestres, sin embargo en épocas críticas como secas o heladas puede presentarse una fuerte competencia por calidad y cantidad de alimento (Villarreal, 2003).

Requerimientos nutricionales

El alimento que los venados requieren consumir diariamente corresponde entre el 2 al 4% de su peso vivo en materia seca y varía estacionalmente. El consumo de alimento disminuye en el invierno, relacionado con la actividad sexual y luego repunta en primavera, llegando al máximo a principios del otoño. En los venados sexualmente inmaduros, el consumo de alimento aumenta conforme aumenta su talla. Los venados en crecimiento y las madres lactantes requieren que el 14 a 22% (en base seca) de su alimento sea proteína, 0.2 a 0.3% de fósforo y 0.25 a 0.75% de calcio. El requerimiento para mantenimiento de los adultos es del 6 a 8% de proteína, 0.16 a 0.25% de fósforo y 0.2 a 0.5% de calcio (Halls *en* Schmidt, 1978 y Moreno, 2002).

El requerimiento diario de energía digestible para mantenimiento de un macho en invierno es de 97 kilocalorías por kilogramo de peso ($\text{kcal/wkg}^{0.75}$) con valores más altos en verano. Para el mantenimiento de hembras preñadas en Michigan se encontró que para el invierno es 155 a 160 $\text{kcal/wkg}^{0.75}$ de energía digerible aparente, con requerimientos de energía metabolizable de 131 $\text{kcal/wkg}^{0.75}$ por día. Para las crías se estima que para mantenimiento en clima templado necesitan: 168 los machos y 155 $\text{kcal/wkg}^{0.75}$ las hembras, en cambio para el crecimiento se requieren: 199 $\text{kcal ED/wkg}^{0.75}$ para el primer verano y 144 $\text{kcal ED/wkg}^{0.75}$ para el primer invierno (Halls, 1984). Nota: $\text{kcal ED/wkg}^{0.75} = \text{kilocalories of digestible energy per kilogram of body weight}$.

El requerimiento mínimo diario de agua se considera de 54.5 mililitros por kilogramo de peso del venado y el requerimiento máximo se estima en 111.5 ml/kg/día (Mandujano, S. y S. Gallina, 1995). Las etapas de mayor demanda de energía para las hembras son el último tercio de la gestación, el parto y la lactancia. Esta fase de la reproducción está sincronizada con mayor calidad y abundancia de alimento (Galindo y Weber, 1998).

Hábitat

El venado colablanca se encuentra en prácticamente todos los hábitats, tanto en zonas templadas como en tropicales (Leopold, 1959) siempre y cuando le proporcionen cobertura para refugio (del clima y depredadores), agua, alimento y espacio vital²⁸ en cantidad y calidad suficientes. No es común en las partes más secas y abiertas del matorral xerófilo así como tampoco en las partes más densas y húmedas del bosque tropical perennifolio (Aranda, 2000).

El bosque secundario es un hábitat muy aceptable para el venado por lo que se ha dispersado ampliamente por todo el territorio que ha sufrido desmontes (o aclareo). Los matorrales densos de cualquier clase y el monte con crecimiento secundario son lugares favorables para el colablanca (Leopold, 1959) debido a la gran cantidad de renuevos disponibles.

Área de actividad

El área de actividad de cada venado o grupo de venados contiene áreas de abrigo así como áreas de alimentación y fuentes de agua (Leopold, 1959). Según la región, puede variar desde 25 hasta más de 250 hectáreas (Schmidt, 1978). Los adultos tienen áreas mayores que las de los jóvenes e igualmente los machos respecto a las hembras (Halls, 1984).

El área de actividad varía según el hábitat, algunos autores han encontrado lo siguiente:

*Cuadro 4.2.- Área de actividad del venado colablanca *Odocoileus virginianus* según reportan diferentes autores.*

<i>Localidad</i>	<i>Hábitat</i>	<i>Subespecie</i>	<i>Hectáreas por macho</i>	<i>Hectáreas por hembra</i>	<i>Hectáreas por individuo</i>	<i>Fuente</i>
Arizona	n/e	<i>couesi</i>	1057 (zona núcleo:447)	518 (zona núcleo:189)	n/e	Ockenfels, 1991 citado en Galindo-Leal y Weber 1998
Noreste de México	matorral xerófilo	<i>texano</i>	55	57	n/e	Gallina, 2002
Noreste de México	matorral xerófilo	<i>texano</i>	80 a 300	50 a 200	n/e	Villarreal, 2003
Nuevo León y Coahuila	n/e	<i>texano</i>	255	271	n/e	Villarreal, 2006
Texas	Mesquite chaparral	<i>texano</i>	n/e	n/e	71	Halls, 1984
Texas	n/e	<i>texano</i>	105 a 256	24 a 138	n/e	Villarreal, 2006

²⁸ Espacio Vital: Se refiere a las áreas de uso vital como zonas de pernoctación, reproducción, nacimiento, crianza, alimentación, escape, etc.

Cuadro 4.2.- Área de actividad del venado colablanca (... continuación)

<i>Localidad</i>	<i>Hábitat</i>	<i>Subespecie</i>	<i>Hectáreas por macho</i>	<i>Hectáreas por hembra</i>	<i>Hectáreas por individuo</i>	<i>Fuente</i>
Texas	n/e	<i>texano</i>	150	88	n/e	Villarreal, 2006
Chamea, Jalisco	bosque tropical caducifolio y sbcaducifolio	n/e	11 (secas) 27 (lluvias)	26 (secas)	n/e	Gallina, 2002
Arkansas	Pino/otras leñosas	n/e	n/e	n/e	520	Halls, 1984
Carolina del Sur	Pino/otras leñosas	n/e	n/e	n/e	171	Halls, 1984
Florida	Pino/encino	n/e	n/e	n/e	270 a 342	Halls, 1984
Georgia	Pino/otras leñosas	n/e	n/e	n/e	59	Halls, 1984
Louisiana	Pino/ encino	n/e	n/e	n/e	232	Halls, 1984

n/e= el autor no especifica

En el venado presenta una dispersión de su área natal para el movimiento e incorporación de alelos nuevos entre poblaciones locales y evitar la consanguinidad. Generalmente las madres obligan a los hijos machos a dejar sus ámbitos hogareños y se benefician con la llegada de otros machos con alelos nuevos que fortalezcan genéticamente a la población. La dispersión puede ser resultado de la competencia intraespecífica y un medio para maximizar la adecuación genética de su descendencia (Galindo y Weber, 1998).

Grupos sociales

El venado cola blanca no es una especie de hábitos gregarios sin embargo es común que se formen grupos familiares compuestos por una hembra acompañada de sus crías o de una madre con las crías de ese año y la hija del año anterior, en ocasiones con sus crías también (tres generaciones). También es común observar grupos de dos hembras acompañadas cada una de sus crías. Los machos pueden vivir solitarios o pueden formar grupos de dos o más individuos de diferentes edades que se mantienen en grupo a lo largo del año y se separan durante la época de reproducción (Villarreal, 2003). Durante la época reproductiva se forman parejas temporales para el apareamiento (Galindo y Weber, 1998).

Densidad poblacional

La densidad poblacional varía ampliamente de acuerdo a la calidad del hábitat donde se encuentre el venado cola blanca. Los factores que influyen en la abundancia de los venados son muy variados, incluyen la disponibilidad de alimento, clima, parásitos y depredadores, entre otros. En la Sierra Madre Occidental se ha documentado que la dinámica poblacional está relacionada con la

precipitación del año anterior (Gallina en Vaughan y Rodríguez, 1994) con disminuciones abruptas durante años con precipitación debajo del promedio (Galindo y Weber, 1998).

Algunos autores reportan lo siguiente:

*Cuadro 4.3.- Densidad poblacional del venado colablanca *Odocoileus virginianus* según reportan diferentes autores.*

<i>localidad</i>	<i>Hábitat</i>	<i>Subespecie</i>	<i>Venados por km²</i>	<i>fuentes</i>
Noreste de México	Matorral xerófilo	<i>texano</i>	0.1	Villarreal, 2003
n/e	matorral tamaulipeco	n/e	8 a 20	Villarreal, 1999
Arizona	n/e	<i>couesi</i>	2.7 a 5.9	Ockenfels et al, 1991; citados por Galindo-Leal y Weber, 1998
Estados Unidos	n/e	<i>couesi</i>	5.8	Galindo-Leal y Weber, 1998
Ejido Pitzotlán, Morelos	Selva baja caducifolia	n/e	3.9 a 4.2	Cruz, 2004
UMAs de Morelos	Selva baja caducifolia	n/e	13	Cruz, 2004
Chamela, Jalisco	Selva baja caducifolia	<i>sinaloae</i>	11 +- 1	Mandujano y Gallina, 1993
Chamela, Jalisco	Selva baja caducifolia	<i>sinaloae</i>	9	Proyecto jaguar.tk
Michoacán	selva baja	n/e	24	Armas-Bautista <i>et al</i> , 2007
Chihuahua	bosques de pino encino	n/e	19 a 25	Leopold, 1959
Sierra Madre Occidental, Coahuila, Sierras de Tamaulipas y del Carmen	bosques de pino encino	<i>couesi</i>	12 a 16	Halls, 1984
Sierra Madre Occidental, Zona de amortiguamiento Reserva la Michilía en Durango	Bosque de pino encino denso en corral sin cacería ni ganado	<i>couesi</i>	11.7	Galindo-Leal y Weber, 1998
Michoacán	bosque pino encino	n/e	17	Armas-Bautista <i>et al</i> , 2007
Sierra Fría Aguascalientes (1996 y 1997)	Bosque templado Pino-encino	<i>couesi</i>	2.41	Medina, 2007
Sierra Fría, Aguascalientes	Bosque encino y matorral subtropical	<i>couesi</i>	2.06	Medina, 2007
Región central, Sierra Fría, Aguascalientes	Comunidades de pino y de encino	<i>couesi</i>	1.8	Kobelkovsky-Sosa, 2000
Sierra norte de Oaxaca	Boque templado	<i>oaxacensis</i>	1.15	Ortiz y Gallina

n/e= el autor no especifica

Depredadores y enfermedades

Los depredadores naturales de los colablanca son: puma *Puma concolor*, jaguar *Panthera onca*, coyote *Canis latrans*, gato montés *Lynx rufus*, ocelote *Leopardus pardalis*, oso negro *Ursus americanus* y águila real *Aquila chrysaetos*. Sus restos son consumidos por especies carroñeras como zopilotes, cuervos y pequeños mamíferos como zorros, zorrillos y comadrejas (Leopold, 1959; Villarreal, 2003; Galindo-Leal y Weber, 1998; Méndez en Halls, 1984). El oso pardo *Ursus arctos* y el lobo *Canis lupus baileyi* era también depredadores del venado pero están extintos.

Algunos de los parásitos más comunes son las garrapatas, piojos y ácaros, la larva de la nariz y los tábanos. Pueden padecer enfermedades virales como la epizootia hemorrágica (EHD) o bacteriales como leptospirosis y ántrax. También pueden ser parasitados por lombrices, cisticercos o tenias (Carrillo, 1955; Villarreal, 2003). En ocasiones los venados se sumergen en el agua para librarse de los piquetes de mosquito y ahogar a sus ectoparásitos (Carrillo, 1955).

Cuando el hábitat es adecuado (es decir, alimento, agua, cobertura y espacio vital suficientes) y las poblaciones de venado cuentan con buena salud, los depredadores y las enfermedades no son un problema (Villarreal, 2003). En ciertas condiciones el humano puede contagiarse de la enfermedad de Lyme, una enfermedad causada por una espiroqueta (*Borrelia burgdorferi*) y transmitida por una garrapata (*Ixodes scapularis*) de la que el venado colablanca es huésped. El riesgo de contagio disminuye en ecosistemas bien conservados (Ostfeld y Keesing, 2000; LoGiudice *et al*, 2003).

Importancia ecológica

El venado es un herbívoro clave (Waller y Alverson, 1997) dentro de los ecosistemas y su presencia y abundancia es fundamental para la integridad ecológica de los ecosistemas.

El venado forma parte de la trama alimenticia de los ecosistemas que habita, tanto como herbívoro que como presa. Se le considera depredador de grandes semillas y dispersor de microsemillas (Galindo y Weber 1998). En casos como *Spondia purpurea* aumenta su éxito de germinación cuando las semillas son consumidas y dispersadas en las heces del venado. Como herbívoro influye sobre el establecimiento, crecimiento y reproducción de las plantas (Halls, 1984) de manera directa e indirecta (Rooney y Waller, 2003). Su ramoneo selectivo sobre árboles y arbustos modifica la estructura de la vegetación (Augustine y Jordan, 1998; Tremblay *et al*, 2005), incluso en bajas densidades puede detener el crecimiento de un bosque (Alverson *et al*, 1988). Su efecto herbívoro es muy importante a nivel de flujo de nutrientes en los ecosistemas (Galindo y Weber 1998; Mandujano, 2004) así como para la composición del sotobosque porque modifica el hábitat

para muchas especies, por ejemplo, influye en la disponibilidad de sitios de anidación para aves del sotobosque (Weber, 2006). Cuando sobrepasan la capacidad de carga de su hábitat alteran la composición y abundancia de especies de hierbas, arbustos y árboles con efectos en cascada para el resto de las especies que comparten su hábitat (Côte *et al*, 2004).

Como presa, es alimento de especies carnívoras y carroñeras de gran importancia ecológica (mencionadas anteriormente). Las astas mudadas y sus huesos proporcionan calcio y fósforo a diferentes especies de roedores como ardillas y ratones. Sus excrementos, al descomponerse, son fuente de nutrientes para la construcción de suelos fértiles, además de servir como alimento de insectos, escarabajos y otros organismos detritófagos.

Importancia cultural

Por siglos, el venado ha jugado un papel muy importante en la existencia del hombre. Debido a su amplia distribución geográfica, el venado fue conocido en prácticamente todas las culturas prehispánicas mexicanas y para muchos pueblos indígenas de México el venado colablanca sigue teniendo un gran significado en sus costumbres, tradiciones y cosmovisión.

Para los huicholes, mazahuas, mexicas, kikapus, tarahumaras, tepehuanos, yaquis, coras y seris, el venado es un hermano, animal totémico, dios-héroe, motivo de reverencia, fiestas o tradiciones religiosas. Son numerosos los relatos historias, mitos y creencias que se han generado en torno a esta especie. Existen poesías, danzas, canciones populares, cuentos y fábulas que refieren al venado como símbolo de nobleza, fuerza, velocidad, pasión, belleza e inteligencia (Galindo y Weber, 1989). El venado ha sido y sigue siendo parte importante en la vida de los pueblos de México.

Diferentes nombres, un sólo venado

Los mexicas lo llamaron "mazatl" y un mes del calendario azteca lleva su nombre (Medina 1989). Hoy en día conocemos ciudades con nombres relacionados al venado como Mazatlán o Mazatepec. Los mazahuas le dicen "fantreje" y tienen una fiesta anual religiosa en su honor al igual que los huicholes, que lo llaman "macha". El venado es un dios-héroe para los tepehuanos y le dicen "sumían". Los tarascos lo conocen como "axuni", y los coras le dicen "muxati", para los otomíes es "phatehe", para los mayas lacandones es "guej". Los mayas peninsulares le dicen "keej" pero además desarrollaron una nomenclatura que aún se utiliza para las diferentes edades, características del asta (número de puntas y forma), tamaño del animal y color del pelo (Mendez en Halls 84 cap 30 y Mandujano en simposio 1989 y Galindo y Weber, 1989).

Usos del venado

A la vez que admirado y venerado, el colablanca ha sido históricamente cazado por muchos pueblos. Los tarahumaras lo cazan tradicionalmente por persecución y agotamiento y agradecen y rezan al venado-hermano por proporcionarles su carne. El venado ha servido extensivamente como comida y como fuente de piel, huesos, astas, etc. La piel fue, en un tiempo, una importante moneda de intercambio y se ha utilizado históricamente para la confección de diversos artículos como prendas de vestir (chamarras, abrigos, guantes, huaraches, zapatos), carteras, bolsas de viaje así como para forrar múltiples objetos. Los huesos y astas se usan para elaborar utensilios, artesanías (guarda llaves y objetos ornamentales), armas (mangos de cuchillos y navajas) así como para la medicina tradicional o como tributos ceremoniales. Los tendones se han utilizado como cuerdas de arco para la caza, líneas de pesca o hilo. El sebo se usa para hacer jabones y el pelo se utiliza para acolchar (o rellenar) monturas y muebles. Los sesos se usaron como curtidores y blanqueadores y la sangre se utiliza en la medicina tradicional. Actualmente los venados siguen siendo parte importante de la dieta de los campesinos de todo el territorio nacional, pues es una de las fuentes más importante de proteína de origen animal en el medio rural (Méndez en Halls 1984; Smith y Coggin e, Halls 1984; Halls en Schmidt, 1978; Galindo y Weber, 1989).

Situación actual

Los testimonios de civilizaciones antiguas como los petroglifos sugieren que en México la población de venados era abundante en épocas prehispánicas, sin embargo a partir de la colonia las poblaciones han declinado considerablemente. Por un lado, la cacería como un pasatiempo de la aristocracia aunado a la intensa cacería para la exportación de pieles y carne, principalmente a España. Por otro lado, los animales domésticos introducidos por los europeos transmitieron numerosas enfermedades a los venados a la vez que los desplazaron de muchas regiones que fueron abiertas para el pastoreo.

Antes de la colonia se estimaban, en términos generales, densidades de 16 venados por km² en los bosques de pino encino. Para mediados de los años 60 la especie se consideró en los límites de la extinción y se declaró la veda total, sin embargo la cacería furtiva ha continuado con gran intensidad.

En Chihuahua casi lo han exterminado, los propietarios de huertas los matan porque mordisquean los cultivos de manzanas. En Guanajuato las poblaciones se han eliminado por el cultivo intensivo de invernaderos y la construcción de infraestructura pecuaria y agrícola. En Michoacán ha sido desplazado por la

intensa deforestación, el cultivo de aguacate y construcción de infraestructura hidráulica (Fabián, 2007).

Las poblaciones de venado han declinado principalmente por la gran presión de cacería furtiva aunado a la destrucción de su hábitat.

Pérdida del hábitat

La causa más importante de pérdida de hábitat para los venados es la fragmentación a gran escala causada por las actividades humanas como: a) la apertura de tierras para agricultura sumado al uso excesivo de insecticidas y herbicidas; b) ganadería, pues el ganado desplaza al venado al contaminar las fuentes de agua y deteriorar el suelo con sus pisadas y forrajeo extensivo; c) destrucción de bosques por deforestación e incendios; d) contaminación de fuentes de agua y e) construcción de carreteras y líneas de electricidad, entre otros (Méndez, 1984).

Mientras las poblaciones queden confinadas a áreas o fragmentos de hábitat cada vez más pequeños y aislados, la probabilidad de que se extinga será mayor. La fragmentación del hábitat tiene principalmente tres consecuencias: pérdida del hábitat original, reducción de tamaño de los fragmentos e incremento del grado de aislamiento entre los fragmentos (Mandujano, 2004).

Cacería furtiva y de subsistencia

En todo el país se practica la cacería para subsistencia, el comercio de productos derivados de la caza y la cacería por diversión o deporte. Sin embargo en la mayor parte del territorio estas actividades no están debidamente reguladas y la cacería furtiva se favorece con las brechas para extracción del aprovechamiento forestal y el crecimiento de la frontera agrícola (Halls, 1984). El impacto no ha sido evaluado sistemáticamente pero es considerablemente alto dado que el venado es una de las más importante fuentes de proteína de origen animal y de ingresos económicos por concepto de venta de pieles o de carne, cecina o tasajo (carne seca, salada y en tiras delgadas) al menos en la Sierra Madre Occidental (Galindo y Weber, 1998) y seguramente en muchas otras regiones del país.

La carne de venado es mejor y más saludable que la carne de res o de cerdo. Las tres especies de venado presentes en Calakmul proveen casi el 50% de la biomasa total de carne de monte cosechada por cazadores de subsistencia. Hay comunidades en las que su consumo puede alcanzar niveles superiores al de la carne de animales domésticos en ciudades -más de 700 gr de carne semanales por persona- (Weber, 2006). En Quintana Roo (Alcérreca, 1999), el número total de permisos de caza deportiva durante la temporada 1992-1993 fue de 26 venados: 11 colablanca y 15 temazates. Durante ese periodo se cobraron 75 venados tan

sólo en el ejido de Tres Garantías: 60 colablanca y 15 temazates que fueron cazados para autoconsumo. En la temporada 1996- 1997, se autorizaron para todo el país 6,348 colablanca y 41 temazates, sin embargo, tan sólo en cuatro ejidos de Yucatán se cobraron ese año 38 venados colablanca y 81 temazates para autoconsumo con algunos remanentes comercializables.

En México, desafortunadamente, es muy común cazar a los venados usando métodos prohibidos como sacarlos de sus refugios con perros, usar luces para deslumbrarlos en las noches o disparar desde camionetas en los caminos de tercería. En muchos lugares no importa la edad, sexo o época del año para cazarlos, lo que ocasiona que disminuyan considerablemente las poblaciones hasta niveles críticos en ocasiones. Los cazadores furtivos esperan a los venados en los charcos donde abreven, en sus lugares de alimentación o en sus abastecimientos de sal. Otras formas son corretearlos para llevarlos a una trampa, usar un silbato de madera en época de brama o capturar un cervatillo como señuelo y luego imitar el balido con el que llama a su madre (Leopold, 1959 Galindo y Weber halls 84 (E. Mendez).

Aprovechamiento cinegético sustentable

El venado colablanca es la especie de caza más importante de la fauna silvestre mexicana (Leopold 1959 y Méndez en Halls, 1984). A pesar de que muchas de las subespecies se encuentran en peligro de extinción, la amplia distribución (histórica) del venado colablanca en México, 92.7% del territorio, habla de la capacidad de adaptabilidad de esta especie a una gran variedad de hábitats, tipos de vegetación y condiciones climáticas. Persiste incluso en bosques con alto grado de perturbación en el eje neovolcánico, en zonas agrícolas y ganaderas así como en los alrededores de poblados de tamaño regular, pero es importante subrayar que siempre y cuando existan reductos de hábitat que le brinden alimento, agua, cobertura y espacio vital en cantidad y calidad suficientes (Galindo y Weber, 1998).

Principalmente en Estados Unidos, la gran habilidad de persistir en una gran diversidad de ambientes y subsistir de una gran variedad de alimentos en rangos extremos de temperatura ha permitido al colablanca recuperarse de una excesiva e irregular cacería así como de la pérdida de su hábitat. Y hoy en día es la especie de cacería más importante y abundante de Estados Unidos (Smith y Coggin en Halls, 1984).

La adaptabilidad y persistencia del venado colablanca lo convierten en un magnífico sujeto para su administración. Con protección efectiva y una adecuada regulación, el venado puede convertirse en un recurso extremadamente importante en el México rural, proporcionando a la gente carne, pieles, entretenimiento e ingresos económicos por concepto de derechos de los cazadores

urbanos (Leopold, 1959). En México, la figura de la Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) es la única posibilidad legal de criar y aprovechar venado cola blanca.

Para que el aprovechamiento cinegético sea sustentable sólo deben extraerse los excedentes de la población silvestre con el fin de controlar su densidad o ajustar su composición (relación: hembras, machos, y crías). Desde esta perspectiva la caza se considera una herramienta importante para el manejo de las poblaciones silvestres de cualquier especie y el hábitat natural donde se desarrollan (Villarreal, 2003). Es importante destacar que las tasas de aprovechamiento deben estar soportadas por estudios de monitoreo de la población realizados para este fin.

En el Noreste de México la tasa de aprovechamiento oscila entre un 10 al 20% del total de machos dependiendo de las condiciones particulares en cada caso o predio y las hembras se venden como pie de cría (Villarreal, 2003). Sin embargo, hay autores que proponen cazar ambos sexos con tasas del 30 al 40% porque al cazar únicamente machos se altera la estructura poblacional (sexo y edades) (Halls 1984).

Cuando aumenta la presión de caza es difícil mantener las oportunidades de una cacería de calidad. A pesar de su gran capacidad reproductiva y cautela, las poblaciones de venado se pueden ver afectadas adversamente por una presión de caza insuficientemente regulada. Reservar áreas silvestres especiales y restringir el número de cazadores que entren a ellas puede ayudar a ofrecer una experiencia de caza de calidad cerca de grandes centros poblacionales humanos. En algunas áreas, establecer periodos cortos de caza de dos o tres días con cosecha de ambos sexos y con número máximo establecido de cazadores puede hacer posible niveles de cacería compatibles con las poblaciones del colablanca y mantener los aspectos de calidad de la experiencia de caza.

Tradicionalmente los venados se cazan con rifles y escopetas pero desde los años 60 se ha hecho popular el uso del arco. La temporada de arquería precede a la de disparos. El éxito de la caza con arco es del 19% normalmente pero áreas con alta densidad poblacional se pueden alcanzar el 25%, es decir, un venado cazado por cuatro días de esfuerzo de caza. Wisconsin fue el primer estado en EEUU en establecer una temporada de cacería con arco en 1934 (Halls, 1984).

Existen diferentes tipos de caza dependiendo la región. Los estilos más comunes en el sur de EEUU y el noreste de México son la renta del rancho cinegético a un solo grupo de cazadores por toda la temporada o la renta escalonada a pequeños grupos de cazadores (entre 4 y 5) por un período definido (generalmente una semana). En algunos lugares también se permite el uso de perros por un número determinado de días. Otro método de cacería es el sistema de cuota en el cual se establece un número determinado de cazadores por temporada o bien un número

de venados de cierto sexo para cazar. Dependiendo de los objetivos del rancho cinegético, al cumplirse la cuota se cierra el coto de caza el resto de la temporada o se abre la cacería para ambos sexos.

Para lograr los mejores resultados, en el noreste de México se recomienda el uso de rifles de los calibres: 270, 264 Magnum, 7mm Mágnum, 30-06 y 300 Magnum, los cuales deben estar equipados con mira telescópica con un mínimo de 6x lo que permite al cazador evaluar mejor al animal y dirigir un tiro efectivo (Villarreal, 2006). En cada temporada de caza se calcula un porcentaje de "desperdicio" que se refiere a los venados que fueron matados pero que no se recuperaron sus restos. Esto se debe a venados que huyeron heridos y murieron tiempo después. Sólo un 3% aproximadamente de los venados heridos sobreviven. El porcentaje de desperdicio es variables pero se calcula en 10% para las armas de fuego y hasta un 50% en arcos (Halls, 1984). En el noreste mexicano se practica la caza "a la espera" en brechas o casetas especialmente diseñadas para ello; sólo en algunos ranchos se permite también la caza "a la búsqueda" pero sólo a cazadores experimentados y en compañía de guías (Villarreal, 2006). Se recomienda que la distancia de tiro sea 200 m, máximo 300, pero nunca más porque la efectividad del tiro disminuye y sólo se malhiere al animal.

En Nuevo León, después de que se caza un venado, su carne se come en tamales, barbacoa, filete, carne seca o cortadillo (picadillo). La cabeza y las astas se llevan al taxidermista para su preparación y la piel se usa para tapetes, chalequitos, forro de lámparas, mientras que a las pezuñas se les ponen unos ganchitos para colgarlas en algún lugar. Las armas para cazar de manera deportiva en México son el rifle, el arco y el mosquete que, según comenta un prestador de servicios del noreste de México, se empieza a poner de moda nuevamente.

5. Aprovechamiento del venado colablanca

De las más de 5 mil UMAs extensivas del país, poco más del 75% tienen al venado colablanca registrado²⁹ para algún tipo de aprovechamiento como son: cacería (turismo cinegético), investigación, conservación, exhibición, colección, ecoturismo o aprovechamiento comercial, entre otros.

Como se ha mencionado, la UMA es la única posibilidad legal de aprovechar al venado cola blanca en México. Su aprovechamiento cinegético en el norte del país ha resultado ser una herramienta útil para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural (Guajardo, R y A. Martínez, 2004), sin embargo en el sur el modelo no está consolidado y en ocasiones ha tenido una contribución mínima o nula a los objetivos de conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable (García-Marmolejo?, 2005).

La restauración ecológica está contemplada como parte integral del plan de manejo *tipo* para las UMAs de venado colablanca. Uno de los objetivos particulares busca *la recuperación del hábitat natural del venado así como de las especies asociadas*. Asimismo en el establecimiento de metas se menciona que en el corto plazo *se deberá lograr el establecimiento de poblaciones saludables y viables*, lo que implica acciones de recuperación de la especie para los casos en los que se encuentren deterioradas. Entre las metas a mediano plazo se establece *la restauración ecológica del hábitat natural del venado y en su caso participar en proyectos de repoblación de la especie*. Finalmente como parte de los indicadores de éxito del manejo del colablanca se enuncia *el incremento de la cobertura vegetal natural y el hábitat de la especie*.

El plan de manejo *tipo* para venado colablanca busca estandarizar las medidas de manejo y seguimiento de las poblaciones y del hábitat con el fin de obtener información que resulte comparable a nivel regional. Con ello se podrá evaluar, y en consecuencia mejorar, el desempeño de las UMAs de colablanca en el país. Sin embargo es muy reciente la publicación de este plan de manejo *tipo* (febrero de

²⁹ Según la información proporcionada por el la DGVS a través de la Solicitud de Información Pública del Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI) www.sisi.org.mx

2007) por lo que habrá que esperar algunos años para analizar la información de la manera en que se propone en ese plan de manejo.

Actualmente la información pública disponible sobre las UMAs extensivas de venado consiste en las bases de datos elaboradas por la DGVS y las delegaciones de la SEMARNAT en los estados así como los expedientes de cada UMA. Al revisar dicha información se obtuvo un panorama general de las UMAs extensivas con venado colablanca que se presenta a continuación. En la primera parte se habla sobre la cantidad de UMAs que tienen registrada a cada una de las subespecies de colablanca y su distribución por estado de la República y luego se presenta el aprovechamiento de colablanca realizado entre 2001 y 2007 con especial atención en la subespecie mexicana y el estado de Morelos para tomarse como referencia para la propuesta de implementar UMAs de venado colablanca mexicano en el Corredor Biológico del Chichinautzin.

UMAs extensivas para las diferentes subespecies de venado colablanca

La subespecie que se encuentra registrada en la mayor cantidad de UMAs en el país es el venado texano, *Odocoileus virginianus texanus* con 1,547 registros hasta 2006 (*cuadro 5.1*). Esta subespecie ha obtenido autorizaciones de aprovechamiento de hasta **103** individuos permitidos para la temporada 2003-2004 en una sola UMA.

Le sigue el venado de coues *Odocoileus virginianus couesi*, que es la especie de más amplia distribución en México (*figura 4.2*) con hasta **96** ejemplares autorizados para su aprovechamiento en una sola UMA durante la temporada 2002-2003.

Estas dos subespecies califican en el libro de récords más importante de Norteamérica, el *Boone and Crockett Club* (que es el sistema de medición de trofeos de caza deportiva con reconocimiento internacional), por sus dimensiones corporales y canastas de astas (Villarreal E-O, 2002). Incluso hay dos ejemplares de la subespecie texana, cazados en México, dentro de los 175 mejores trofeos cazados a lo largo de la historia de América (Villarreal, 2006).

El venado del carmen, subespecie *Odocoileus virginianus carminis* (tercera en tamaño corporal de las 14 subespecies) califica en el libro de récords internacionales de trofeos llamado Safari Club International, y con esta, son sólo tres de las 14 subespecies de venado colablanca las que tienen reconocimiento internacional por las características de sus astas.

Debido a que no todos los cazadores son buscadores de trofeos las otras 11 subespecies son también sujetos de aprovechamiento cinegético. Esto se confirma

al estar registrada al menos una UMA extensiva para 13 de las 14 subespecies del colablanca (*cuadro 5.1*).

Recientemente se estableció el *Grand Slam* de venado colablanca que incluye sólo las cuatro subespecies distribuidas en el norte del país: venado texano, venado de coues, venado del carmen y venado de miquihuana *Odocoileus virginianus miquihuanensis*, lo que está favoreciendo el turismo cinegético nacional e internacional en esa área. Incluir a las 11 subespecies restantes en tal competencia cinegética, es decir, un *Grand Slam* cinegético para todo México que consista en la obtención de trofeos de caza de cada una de las 14 subespecies de venado colablanca, aportaría beneficios significativos tanto económicos como ambientales para muchas regiones del país (Villarreal-Espino, 2002). Sin embargo es muy importante considerar que no existen o son muy escasos los estudios poblacionales de muchas de estas subespecies (Mandujano, 2004) que muy probablemente están sobreexplotadas por la cacería de subsistencia y tienen poblaciones pequeñas (Weber *et al*, 2006). Por ejemplo para Calakmul se recomienda una tasa de cosecha no mayor a 0.5 venado/km² de selva **por año** (Weber, 2006) incluyendo caza deportiva y de subsistencia.

Cuadro 5.1.- UMAs extensivas con registro de aprovechamiento del venado colablanca Odocoileus virginianus. Número de UMAs registradas en la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) y en las Delegaciones Federales (DELG) de la SEMARNAT en los estados.

subespecie de Odocoileus virginianus	Registros en DGVS	Registros en DELG	# de UMAs
<i>O. v. texanus</i>	1,593	0	1,593
<i>O. v. couesi</i>	638	541	1,179
<i>O. v. miquihuanensis</i>	302	167	469
<i>O. v. veraecrucis</i>	146	138	284
<i>O. virginianus *</i>	94	177	271
<i>O. v. carminis</i>	82	14	96
<i>O. v. mexicanus</i>	30	54	84
<i>O. v. yucatanensis</i>	42	29	71
<i>O. v. sinaloae</i>	26	30	56
<i>O. v. acapulcensis</i>	1	6	7
<i>O. v. thomasi</i>	6	1	7
<i>O. v. nelsoni</i>	3	0	3
<i>O. v. oaxacensis</i>	0	1	1
<i>O. v. truei</i>	1	0	1
<i>O. v. toltecus</i>	0	0	0
suma	2,964	1,158	4,122

* no especifica la subespecie

A pesar de que existen Delegaciones de la SEMARNAT en los estados de la República Mexicana la mayoría de las UMAs se registran en las oficinas de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), en el Distrito Federal.

Cuadro 5.2.- Número de UMAs extensivas con registro de venado colablanca por estado.

Estado	# de UMAs
Nuevo León	957
Sonora	938
Tamaulipas	803
Coahuila	696
Durango	116
Chihuahua	105
Jalisco	78
Zacatecas	73
Campeche	58
Puebla	43
Michoacán	33
San Luis Potosí	31
Oaxaca	19
Aguascalientes	17
Morelos	17
Sinaloa	17
Hidalgo	16
Nayarit	16
Quintana Roo	15
Yucatán	15
Colima	13
Estado de México	10
Guanajuato	9
Chiapas	6
Querétaro	6
Veracruz	6
Baja California	3
Guerrero	3
Tabasco	3
<i>suma</i>	4,122

La distribución de UMAs extensivas con aprovechamiento de venado colablanca en el país no es homogénea. Los estados del norte (Nuevo León, Sonora, Tamaulipas, Coahuila, Durango y Chihuahua) tienen registradas casi el 88% de las 4,122 UMAs existentes (hasta 2006) mientras que los 23 estados restantes del centro, sur y sureste suman 507 registros. Sólo tres estados no tienen UMAs extensivas de venado colablanca registradas: Baja California Sur, Distrito Federal y Tlaxcala.

Esta distribución puede deberse, entre otras razones, al establecimiento del *Grand Slam* y a la cercanía con EEUU donde la tradición de la caza deportiva está muy arraigada. La demanda de lugares para cazar se ve favorecida cuando se ofrecen las mismas subespecies de trofeo que en EEUU pero a un costo mucho menor. Un operador cinegético de la región comenta que es común que los cazadores norteamericanos renten los ranchos cinegéticos completos por hasta 5 años o más.

Indicadores del aprovechamiento

Para analizar la información relativa al aprovechamiento del venado colablanca en las UMAs extensivas del país se eligieron dos indicadores: *la tasa de extracción autorizada* y los *cintillos* expedidos. A continuación se describe brevemente cada uno de ellos y sus limitaciones.

Tasa de extracción autorizada

La gestión para registrar una UMA se realiza ante la SEMARNAT (DGVS o Delegación). Se abre un expediente que contiene los títulos de propiedad (o legítima posesión de la tierra), los datos generales del propietario, del responsable técnico y del predio, así como el plan de manejo de la UMA. Una vez otorgado el registro, la UMA debe entregar un informe periódico de las actividades que se realicen en el predio. Para realizar un aprovechamiento extractivo, la UMA presenta una *solicitud de tasa de extracción* con base en un monitoreo poblacional de la especie de interés. Conforme a su metodología interna, la DGVS expide una *tasa de extracción autorizada* para cada UMA donde se especifica el número de ejemplares permitidos y el periodo de cosecha. La UMA debe entregar un informe periódico sobre el aprovechamiento realizado y sus efectos.

En el estado de Aguascalientes se encuentra en proceso la descentralización de funciones que actualmente realiza la DGVS como es el caso de la autorización de aprovechamientos. La Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado (PROESPA), que para entonces tendrá a su cargo la inspección, vigilancia y sanción de infracciones relativas a los aprovechamientos, observó que la intensidad de aprovechamiento actual no era congruente con el comportamiento poblacional histórico del venado en la región. La tasa promedio de cosecha autorizada de 1975 a 1985 fue de 0.1 venados/km² y para 2006 fue de 0.4 venados /km² en áreas donde existe cacería furtiva, captura y tráfico ilegal de crías, deterioro y pérdida de hábitat (Medina, 2007).

Medina (2007) realizó un estudio en donde identificó que el alto valor del mercado que ha obtenido el venado de coues (*O. v. couesi*) ha disparado en Aguascalientes un gran interés por su aprovechamiento, sin embargo este no se ha realizado de la mejor manera. Por ejemplo, las UMAs obtienen tasas de aprovechamiento con base en sobreestimaciones poblacionales y usan, además, dispositivos de alimentación automática de manera indiscriminada. Por otro lado, en la región suelen cazarse más ejemplares que los que están autorizados y además existe cacería fuera de temporada.

Medina comenta que actualmente se ignora la capacidad de carga de los ecosistemas de la región así como el estado de las poblaciones de la fauna que se aprovecha. Las autoridades aceptan de buena fe la información de los monitoreos poblacionales de las UMAs y en el estado no se cuenta con un referente que permita determinar si los aprovechamientos solicitados son congruentes con la realidad.

En respuesta a tal problemática Medina propone una herramienta para la gestión de las cosechas del venado de coues que además pueda adecuarse para otras especies de interés cinegético. Tal herramienta consiste elaborar un modelo de uso del hábitat para el venado de coues, apto a escala regional, con base en la teoría de selección de recursos. Con ese modelo se puede predecir la capacidad de carga del hábitat así como la proyección de crecimiento poblacional, por lo tanto se puede calcular el potencial de cosecha y asignar a nivel regional tasas de cosecha sustentable.

Los cintillos

El sistema de marca que demuestra la legal procedencia de ejemplares de venado colablanca es el cintillo. Esta marca se interpreta como un indicador del número de ejemplares cosechados en cada temporada, sin embargo debe considerarse con reserva debido a dos problemas principalmente.

El primero es que en ocasiones se cazan menos ejemplares que número de cintillos comprados. Tal fue el caso de la UMA Ichamio, en Michoacán, que recibió una

tasa autorizada de ejemplares para aprovechar y decidieron comprar igual número de cintillos que ejemplares autorizados. Sin embargo, por diferentes circunstancias, esa temporada no aparecieron ejemplares para cazar. La compra de los cintillos significó un esfuerzo económico para la comunidad y ese año se quedaron sólo con los cintillos pero no realizaron aprovechamiento. En casos como este aparece, en el registro, que el número de ejemplares autorizados es igual al número de cintillos expedidos y se entendería que igualmente de venados aprovechados, sin embargo, los cintillos no se ocuparon porque los venados no fueron cazados.

El segundo problema es cuando se cazan más ejemplares que el número de cintillos comprados y hasta más ejemplares que los autorizados (cacería furtiva). Por ejemplo Alcérreca y Mata (1999) mencionan que el número total de permisos de caza deportiva durante la temporada 1992-1993 para todo Quintana Roo fue de 26 venados: 11 colablanca y 15 temazates. Durante ese periodo, sólo en el ejido Tres Garantías se cobraron 75 venados: 60 colablanca y 15 temazates para autoconsumo. Por lo tanto, aún cuando en el registro aparezca que el número de cintillos es igual al número de ejemplares autorizados, la realidad es que el número de ejemplares cosechados fue mucho mayor.

A pesar de que existen estos dos problemas, la falta de información documentada y sistematizada deja a los cintillos vendidos como el único indicador oficial para conocer el número de ejemplares cosechados cada temporada respecto a las tasas de aprovechamiento autorizadas.

Cuadro 5.3.- Precio del cintillo para aprovechamiento de venado colablanca por temporada.

temporada	pesos
<i>1998 - 1999</i>	\$360
<i>1999 - 2000</i>	\$134
<i>2000 - 2001</i>	\$148
<i>2001 - 2002</i>	\$154
<i>2002 - 2003</i>	\$160
<i>2003 - 2004</i>	\$171
<i>2004 - 2005</i>	\$171
<i>2005 - 2006</i>	\$171

Aprovechamiento realizado entre 2001 y 2007

A continuación se presenta, en función de los indicadores descritos anteriormente, el aprovechamiento de venado colablanca que se ha realizado en las UMAs extensivas del país durante las temporadas comprendidas entre los años 2001 y 2007.

Según los datos proporcionados por la DGVS en tal periodo se autorizó el aprovechamiento de **69,005** venados colablanca. El *cuadro 5.4* muestra que el estado que más ejemplares autorizados obtuvo durante ese periodo fue Nuevo León con **24,964** venados, seguido de Coahuila, con 19,917. La temporada con más venados autorizados fue la 2004-2005 con 19,505 venados (*figura 5.1*).

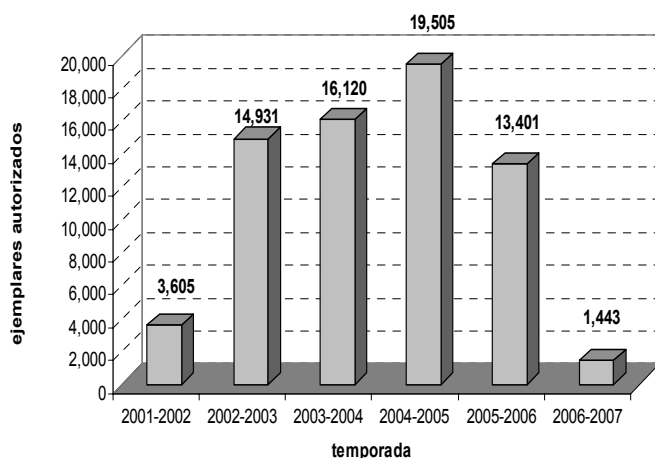


Figura 5.1.- Número de ejemplares de venado colablanca autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas por temporada.

Cuadro 5.4.- Número de ejemplares de venado colablanca autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007 por estado.

Estado	ejemplares autorizados
Nuevo León	24,964
Coahuila	19,917
Tamaulipas	11,552
Sonora	8,770
Chihuahua	980
Jalisco	513
Campeche	474
Durango	293
Zacatecas	271
Querétaro	232
Morelos	221
Aguascalientes	209
Sinaloa	190
Michoacán	168
San Luis Potosí	93
Hidalgo	44
Quintana Roo	32
Colima	23
Oaxaca	15
Veracruz	14
Puebla	12
Tabasco	10
Guanajuato	4
Yucatán	4
<i>suma</i>	69,005

El venado texano es la subespecie a la que más ejemplares se le han autorizado para aprovechamiento con casi el 70% del aprovechamiento total. El de la subespecie mexicana representa menos del 1%.

Cuadro 5.5.- Número de ejemplares autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007 por subespecie de venado colablanca.

subespecie de <i>Odocoileus virginianus</i>	ejemplares autorizados
<i>O. v. texanus</i>	47,708
<i>O. v. couesi</i>	10,178
<i>O. v. miquihuanensis</i>	4,418
<i>O. v. carminis</i>	2,558
<i>O. v. veraecrucis</i>	1,934
<i>O. virginianus</i> *	958
<i>O. v. yucatanensis</i>	467
<i>O. v. sinaloae</i>	385
<i>O. v. mexicanus</i>	290
<i>O. v. acapulcensis</i>	99
<i>O. v. thomasi</i>	10
<i>O. v. nelsoni</i>	0
<i>O. v. oaxacensis</i>	0
<i>O. v. toltecus</i>	0
<i>O. v. truei</i>	0
suma	69,005

* no especifica la subespecie

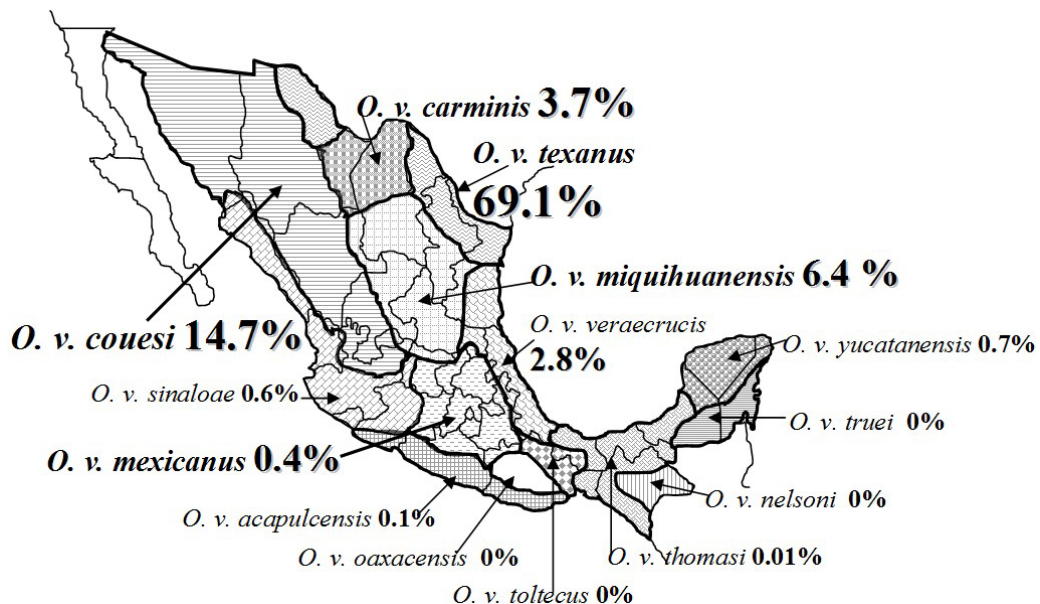


Figura 5.2.- Porcentaje, por subespecie de venado colablanca, del total de ejemplares autorizados para aprovechamiento en UMAs extensivas durante las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007.

Debido a muy diversas razones, las UMAs no reciben autorizaciones de extracción o cosecha todos los años. Entre las causas pueden estar estudios poblacionales que arrojan bajas densidades, faltas administrativas o simplemente que los titulares no las soliciten de acuerdo a sus estrategias de operación. De todas las UMAs que recibieron tasas de aprovechamiento en las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007, en el *cuadro 5.6* se presentan la únicas 3 UMAs, con colablanca registrado para su aprovechamiento, que recibieron las tasas de aprovechamiento consecutivas en ese período. En el cuadro se puede observar que, en el caso de la UMA El Berrendo el número de cintillos siempre fue menor que el número de ejemplares autorizados; asimismo para la temporada 04-05 en La Palma como para las temporadas 99-2000 y 01-02 en El Limón. En el caso de La Palma, la temporada 02-03 registra más cintillos que la tasa expedida.

Cuadro 5.6.- UMAs del país con tasa de aprovechamiento autorizada consecutiva para el venado colablanca durante las temporadas de 1998 a 2007 (s/d: sin dato).

	nombre	La Palma DFYFS-CR-EX-0217-TAM	El Berrendo DGVS-CR-EX-0952-NL	Cinegético El Limón SEMARNAP-UMA-EX-0007-MOR
	estado	Tamaulipas	Nuevo León	Morelos
	subespecie	<i>O. v. texanus</i>	<i>O. v. texanus</i>	<i>O. v. mexicanus</i>
1998-1999	tasa autorizada	s/d	s/d	s/d
	cintillos expedidos	20	s/d	s/d
1999-2000	tasa autorizada	s/d	s/d	15
	cintillos expedidos	20	0	8
2000-2001	tasa autorizada	s/d	s/d	20
	cintillos expedidos	30	0	20
2001-2002	tasa autorizada	30	30	15
	cintillos expedidos	30	10	10
2002-2003	tasa autorizada	30	27	10
	cintillos expedidos	50	4	10
2003-2004	tasa autorizada	39	27	10
	cintillos expedidos	39	7	10
2004-2005	tasa autorizada	70	27	s/d
	cintillos expedidos	27	7	58
2005-2006	tasa autorizada	70	27	10
	cintillos expedidos	70	1	s/d
2006-2007	tasa autorizada	0	0	s/d
	cintillos expedidos	0	0	s/d

Aprovechamiento de la subespecie mexicana

Según los datos proporcionados por la DGVS hasta 2006, el venado colablanca, subespecie mexicana (*Odocoileus virginianus mexicanus*) se encuentra registrado para su aprovechamiento en 87 UMAs extensivas (*cuadro 5.7*) distribuidas en 11 estados de la república. Como se observa en el cuadro, Puebla es el estado con más UMAs registradas. Llama la atención que esté registrado en una UMA de Coahuila cuando su distribución natural es en la parte central de México (*figura 4.2*). Esto puede deberse a un error en la identificación de la subespecie, la traslocación de ejemplares o un error en la captura de la información.

Cuadro 5.7.- Número de UMAs, por entidad federativa, que tienen registrada a la subespecie Odocoileus virginianus mexicanus para su aprovechamiento.

Estado	UMAs
Puebla	43
Morelos	14
Hidalgo	8
Michoacán	6
Oaxaca	5
Estado de México	4
Querétaro	3
Aguascalientes	1
Coahuila	1
Guerrero	1
San Luís Potosí	1
<i>suma</i>	87

La primer UMA extensiva para *O. v mexicanus* fue la 0006 de Hidalgo en 1993. En Morelos la primer UMA de colablanca mexicano se registró en 1997 y en Puebla, en 1998 (*cuadro 5.8*). En los años 1995 y 1996, no hubo registros pero en el año 2000 se registraron 16 (*figura 5.3*).

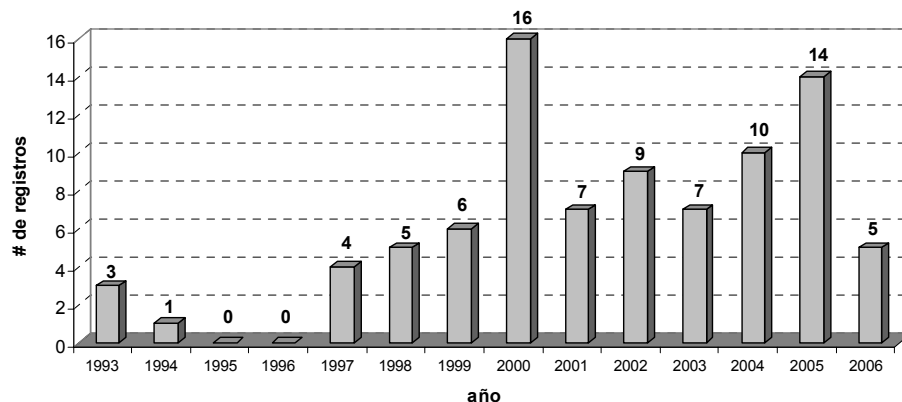


Figura 5.3.- Número de UMAs con subespecie Odocoileus virginianus mexicanus registradas por año.

Cuadro 5.8.- Nombre, clave, estado y fecha de registro de las 87 UMAs que tienen registrado al O. v. mexicanus ordenadas alfabéticamente por entidad federativa.

Nombre de la UMA	Clave	Estado	año de registro
Rancho Los Mapaches	DFYFS-CR-EX-0651-AGS	Aguascalientes	1997
Ejido Los Hoyos	SFA-VS-CR-EX-0005-COA	Coahuila	2005
El Arreo	DFYFS-CR-EX-0073-MEX	Edo de México	1994
El Wapiti	DGVS-CR-EX-0986-MEX	Edo de México	1998
El Campamento	DGVS-CR-EX-2415-MEX	Edo de México	2000
Estación Forestal Experimental Zoquiapan	SEMARNAP-UMA-EX-0020-MEX	Edo de México	2000
"UMA Regional Guerrero"	DGVS-CR-EX-3079-GRO	Guerrero	2004
Agua Bendita	DFYFS-CR-EX-0006-HGO	Hidalgo	1993
Rancho San Carlos	DFYFS-CR-EX-0037-HGO	Hidalgo	1993
Los Romeros	SEMARNAT-UMA-EX-0012-HGO	Hidalgo	2001
El Porvenir	SEMARNAT-UMA-EX-0032-HGO	Hidalgo	2003
Ejido Zequeteje	SEMARNAT-UMA-EX-0047-HGO	Hidalgo	2004
Rancho El Pedregoso	SEMARNAT-UMA-EX-0039-HGO	Hidalgo	2004
Rancho Taxqui	SEMARNAT-UMA-EX-0061-HGO	Hidalgo	2004
Vida Silvestre y Ecoturismo Comodeje	SEMARNAT-UMA-EX-0060-HGO	Hidalgo	2004
Contreras I	DGVS-CR-EX-2054-MICH	Michoacán	1999
Contreras II	DGVS-CR-EX-2055-MICH	Michoacán	1999
El Huaricho	SEMARNAP-UMA-EX-0002-MICH./00	Michoacán	2000
La Loma de Guayacán	DGVS-CR-EX-2612-MICH	Michoacán	2001
Rancho Viejo	SEMARNAT-UMA-EX-0015-MICH./01	Michoacán	2001
Tierra Colorada	SEMARNAT-UMA-EX-0016-MICH./01	Michoacán	2001
Cinegético El Metate	DFYFS-CR-EX-0597-MOR	Morelos	1997
Cinegético Huaxtla	DFYFS-CR-EX-0645-MOR	Morelos	1997
El Tranchete de Santiopan	DFYFS-CR-EX-0531-MOR	Morelos	1997
Cinegético El Limón de Cuauichinola	SEMARNAP-UMA-EX-0007-MOR	Morelos	2000
Cinegético Huixastla	SEMARNAP-UMA-EX-0002-MOR	Morelos	2000
Cinegético Nexpa	SEMARNAP-UMA-EX-0001-MOR	Morelos	2000
Cinegético Quilamula	SEMARNAP-UMA-EX-0003-MOR	Morelos	2000
Cinegético Xicatlacotla-Pueblo Viejo	SEMARNAP-UMA-EX-0005-MOR	Morelos	2000
La Tigra	SEMARNAP-UMA-EX-0006-MOR	Morelos	2000
Venado Cola Blanca y Animales Silvestres de Pitzotlán	SEMARNAP-UMA-EX-0008-MOR	Morelos	2000
Ejido de Huautla	SEMARNAP-UMA-EX-0004-MOR	Morelos	2001
UMA Ixtlilco	SEMARNAT-UMA-EX-0009-MOR	Morelos	2001
Comunidad de Miacatlán	SEMARNAT-UMA-EX-012-MOR/04	Morelos	2004
Zacatucho	DGVS-CR-EX-3345-MOR	Morelos	2006
Tonalá	DGVS-CR-EX-1071-OAX	Oaxaca	1998
Atatlahuaca	DGVS-CR-EX-2046-OAX	Oaxaca	1999
El Paraíso	DGVS-CR-EX-2045-OAX	Oaxaca	1999
Cosoltepec	DGVS-CR-EX-2388-OAX	Oaxaca	2000
Tecomavaca Viejo	SEMARNAT-UMA-EX-0048-OAX	Oaxaca	2003
Ejido San Miguel	DFYFS-CR-EX-0790-PUE	Puebla	1998
Rancho Eco turístico y Cinegético Cacahuatengo	DGVS-CR-EX-1674-PUE	Puebla	1998
Rancho Quicayan	DGVS-CR-EX-2018-PUE	Puebla	1999

Cuadro 5.8.- Nombre, clave, estado y fecha de registro de las 87 UMAs... continuación.

Nombre de la UMA	Clave	Estado	año de registro
Bienes Comunales de Teotlalco	DGVS-CR-EX-2239-PUE	Puebla	2000
I.T.A. 32	DGVS-CR-EX-2389-PUE	Puebla	2000
Yucu-Uni	DGVS-CR-EX-2297-PUE	Puebla	2000
Zona de Protección	DGVS-CR-EX-2277-PUE	Puebla	2000
Tlalhuayan	SEMARNAT-UMA-EX-0002-PUE	Puebla	2001
Amatitlán-Huitziltepec	SEMARNAT-UMA-EX-0012-PUE	Puebla	2002
Apezoco La Taberna	SEMARNAT-UMA-EX-0018-PUE	Puebla	2002
Bienes Comunales Santa Cruz Nuevo	SEMARNAT-UMA-EX-0016-PUE	Puebla	2002
Ejido Santa Cruz Nuevo	SEMARNAT-UMA-EX-0017-PUE	Puebla	2002
El Tepehuaje-Cazahualtitlanapa	SEMARNAT-UMA-EX-0011-PUE	Puebla	2002
Garciram	SEMARNAT-UMA-EX-0019-PUE	Puebla	2002
Las Salinetas	SEMARNAT-UMA-EX-0015-PUE	Puebla	2002
Rancho el Salado	SEMARNAT-UMA-EX-0009-PUE	Puebla	2002
Tecopaxtle	SEMARNAT-UMA-EX-0014-PUE	Puebla	2002
Agua Escondida	SEMARNAT-UMA-EX-0020-PUE	Puebla	2003
Chachamola	SEMARNAT-UMA-EX-0021-PUE	Puebla	2003
El Bufalo	SEMARNAT-UMA-EX-0025-PUE	Puebla	2003
Tepalcatlillo	SEMARNAT-UMA-EX-0022-PUE	Puebla	2003
Tiaxtla-Banderillas	SEMARNAT-UMA-EX-0017-PUE	Puebla	2003
Cristo Rey	SEMARNAT-UMA-EX-0027-PUE	Puebla	2004
El Tepehuaje	SEMARNAT-UMA-EX-0029-PUE	Puebla	2004
Pueblo Viejo	SEMARNAT-UMA-EX-0026-PUE	Puebla	2004
Rancho Yeguas	SEMARNAT-UMA-EX-0028-PUE	Puebla	2004
Bienes Comunales San José de Gracia	SEMARNAT-UMA-EX-0038-PUE	Puebla	2005
Bienes Comunales San Mateo Mimiapan	SEMARNAT-UMA-EX-0036-PUE	Puebla	2005
Bienes Comunales Santa Ma La Concepción Jolalpan	SEMARNAT-UMA-EX-0033-PUE	Puebla	2005
Bienes Comunales Tlancualpican	SEMARNAT-UMA-EX-0035-PUE	Puebla	2005
Ejido Contla San Miguel	SEMARNAT-UMA-EX-0037-PUE	Puebla	2005
Ejido San Antonio Coayuca	SEMARNAT-UMA-EX-0039-PUE	Puebla	2005
Ejido Santa Cruz Achichipilco	SEMARNAT-UMA-EX-0034-PUE	Puebla	2005
Ejido Tlancualpican	SEMARNAT-UMA-EX-0032-PUE	Puebla	2005
El Águila	SEMARNAT-UMA-EX-0044-PUE	Puebla	2005
El Recuerdo	SEMARNAT-UMA-EX-0030-PUE	Puebla	2005
Mojontla	SEMARNAT-UMA-EX-0031-PUE	Puebla	2005
Plan de Guinea	SEMARNAT-UMA-EX-0040-PUE	Puebla	2005
Rancho el Cajón	SEMARNAT-UMA-EX-0043-PUE	Puebla	2005
Paraíso El Tecaballo	DGVS-CR-EX-3367-PUE	Puebla	2006
Conjunto Predial Las Ánimas y San Diego	DGVS-CR-EX-3391-PUE	Puebla	2006
Uma Ejido San Antonio Las Iguanas	DGVS-CR-EX-3392-PUE	Puebla	2006
Uma Xaltianguis, Pitzotla, San Rafael y El Carmen	DGVS-CR-EX-3393-PUE	Puebla	2006
Parque Nacional "El Cimatarío"	DFYFS-CR-EX-0018-QRO	Querétaro	1993
Los del Carrizal	DGVS-CR-EX-1867-QRO	Querétaro	1999
Rancho El Tigre	DGVS-CR-EX-2448-QRO	Querétaro	2000
Cinegético Huixquilucan	DGVS-CR-EX-1167-SLP	San Luis Potosí	1998

De los 11 estados en los que el *O. v mexicanus* está registrado, sólo 27 UMAs en 5 estados recibieron tasas autorizadas de aprovechamiento cinegético durante las de 2000 a 2006 con un total de 296 ejemplares.

Cuadro 5.9.- Tasas autorizadas respecto al número de cintillos expedidos por estado para Odocoileus virginianus mexicanus en las temporadas 2000 al 2006.

estado	temporada	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Total de cintillos
	número de UMAs	Tasa /cintillos	Tasa /cintillos	Tasa /cintillos	Tasa /cintillos	Tasa /cintillos	Tasa /cintillos	
Hidalgo	2	0 / 0	0 / 0	12 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0
Michoacán	4	X / 7	X / 12	X / 12	4 / 1	12 / 17	11 / 18	67
Morelos	16	0 / 0	88 / 8	114 / 64	86 / 13	98 / 19	17* / 108	212
Oaxaca	1	0 / 0	X / 2	15 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	2
Puebla	4	0 / 0	0 / 0	1 / 1	2 / 0	X / 2	9 / 12	15
todos los estados	27	0 / 7	88 / 22	142 / 77	92 / 14	110 / 38	37* / 138	296

*.- no se cuenta con todas las tasas de aprovechamiento; **x** = sin datos³⁰.

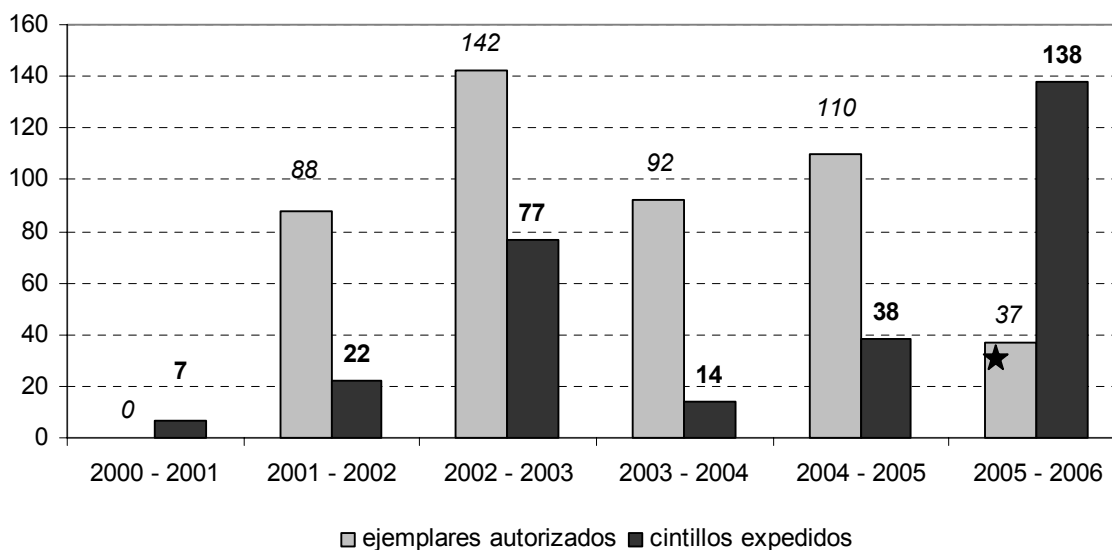
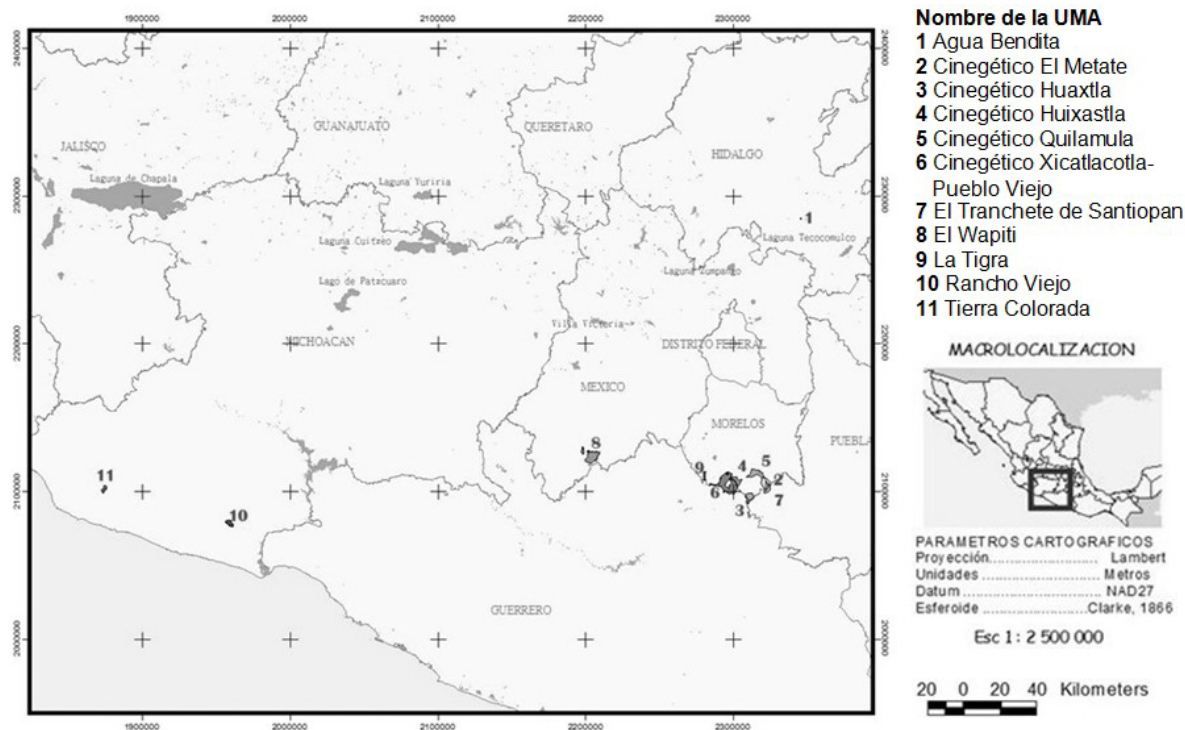


Figura 5.4.- Ejemplares de Odocoileus virginianus mexicanus autorizados respecto a los cintillos expedidos por temporada. Nota: ★=no se cuenta² con todas las tasas de aprovechamiento.

³⁰ Conforme a la información proporcionada por la Dirección General de Vida Silvestre.

Conforme a la información recibida de la DGVS hasta 2006, en la *figura 5.5* se muestra la ubicación de los polígonos de 11 de las 87 UMAs que registran al colablanca mexicano. Para esta escala no se cuenta con la información cartográfica del resto de las UMAs.



Mapa elaborado por la Dirección General de Vida Silvestre

*Figura 5.5.- Localización de los polígonos de 11 UMAs extensivas con *Odocoileus virginianus mexicanus* registrado para su aprovechamiento.*

Aprovechamiento extensivo en Morelos

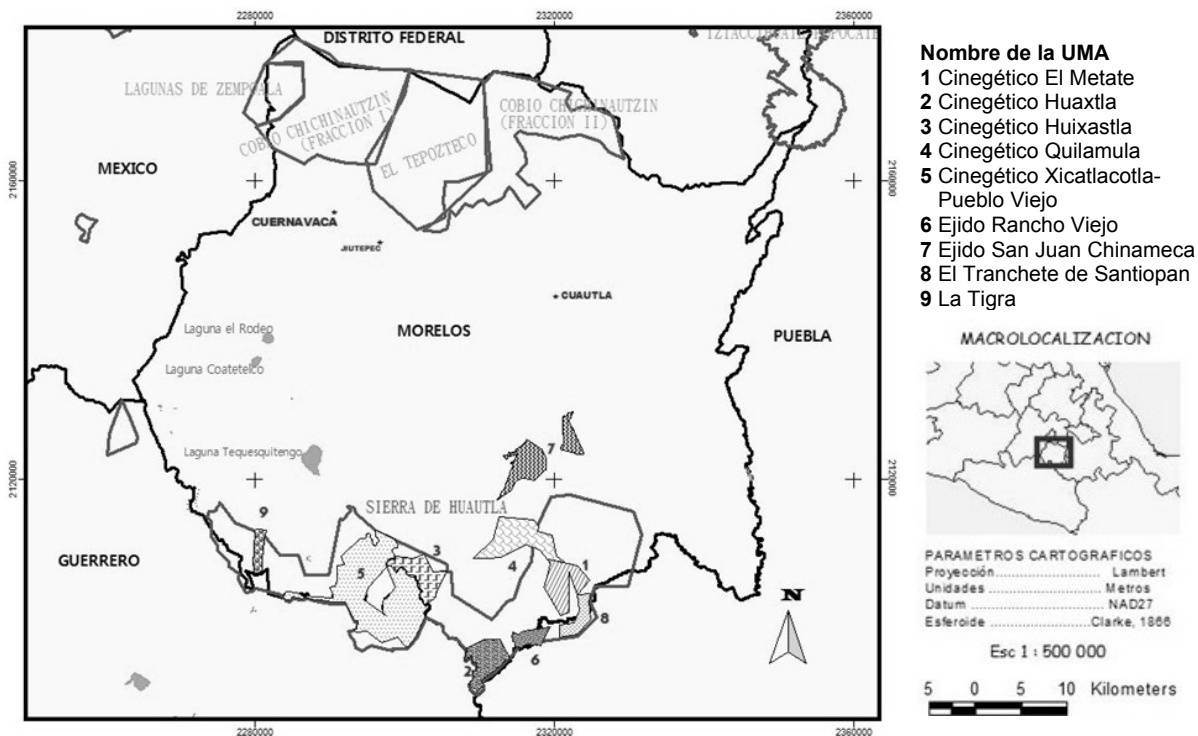
En Morelos, según datos³¹ provistos por la Delegación y la DGVS existen 25 UMAs extensivas que ocupan una superficie de 95,295 hectáreas; 16 de las UMAs tienen al venado colablanca mexicano (*O. v. mexicanus*) y en 6 UMAs no se especifica la subespecie, sólo mencionan *Odocoileus virginianus*. De las UMAs con venado, 17 lo tienen registrado con fines de conservación, 13 de ellas lo registran para aprovechamiento cinegético y 3 lo registran para otros fines. En 2 UMAs no tienen registrado al colablanca y de 1 UMA no se tiene información de las especies registradas. Una de las UMAs está en terrenos del Parque Nacional del Tepozteco y 12 están dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. La tenencia de la tierra de todas las UMAs es privada corporativa, en 21 de las 25 UMAs es ejidal y sólo 3 son de propiedad comunal. Casi la mitad de las UMAs se registraron en el año 2000. En 12 de las 22 UMAs con venado se han recibido un total de 212 cintillos de aprovechamiento entre las temporadas 2000 a 2006. En ese periodo

31 Datos actualizados a enero de 2008 provistos por la DGVS y la Delegación de la SEMARNAT en Morelos.

fue el estado que mayor número de cintillos compró siendo el segundo estado en número de UMAs, después de Puebla (*cuadros 5.7 y 5.9*).

Cuadro 5.10.- Total de cintillos expedidos para aprovechamiento de venado colablanca en las temporadas 2000 a 2006 por UMA de Morelos.

nombre de la UMA	# de cintillos
Cinegético El Limón	58
Cinegético Quilamula	32
Cinegético Huixastla	19
Ixtlilco	18
Cinegético Nexpa	12
Venado Cola Blanca y Animales Silvestres de Pitzotlán	12
Cinegético El Metate	11
Cinegético Huaxtla	11
Cinegético Xicatlacotla	11
Ejido Xochipala	11
Huautla	11
Cinegético El Tranchete de Santiapan	6
<i>suma</i>	212



Mapa elaborado por la Dirección General de Vida Silvestre

*Figura 5.6.- Localización de los polígonos de 9 UMAs extensivas en Morelos con *Odocoileus virginianus mexicanus* registrado para su aprovechamiento.*

Nota: Para esta escala no se cuenta con la información cartográfica del resto de las UMAs

Cuadro 5.11.- Generalidades de las 25 UMAs extensivas del estado de Morelos.

Clave	Nombre	Localidad	Municipio	Tenencia	SUP. (HA)	AÑO registro	subesp de colablanca	ANP	Finalidad
DFYFS-CR-0531-MOR	Cinegético El Tranchete de Santiopan	Santiopan	Tlaquiltenango	Ejidal	900	1997	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
DFYFS-CR-EX-0597-MOR	Cinegético El Metate	Ajuchitlan	Tlaquiltenango	Ejidal	2783	1997	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
DFYFS-CR-EX-0645-MOR	Cinegético Huaxtla	Huaxtla	Tlaquiltenango	Ejidal	2735	1997	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0001-MOR	Cinegético Nexpa	Nexpa	Tlaquiltenango	Ejidal	1240	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0002-MOR	Cinegético Huixastla	Huixastla	Tlaquiltenango	Ejidal	1723	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0003-MOR	Cinegético Quilamula	Quilamula	Tlaquiltenango	Ejidal	2502	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0004-MOR	Huautla	Huautla	Tlaquiltenango	Ejidal	8628	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0005-MOR	Cinegético Xicatlacotla-Pueblo Viejo	Xicatlacotla	Tlaquiltenango	Ejidal	2805	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0006-MOR	Cinegético La Tigra	La Tigra	Puente de Ixtla	Ejidal	2155	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0007-MOR	Cinegético El Limon de Cuauichichinola	El Limón de Cuauichichinola	Tepalcingo	Ejidal	4256	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAP-UMA-EX-0008-MOR	Venado Cola Blanca y Animales Silvestres de Pitzotlán	Pitzotlan	Tepalcingo	Ejidal	1694	2000	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAT-UMA-EX-0009-MOR	Ixtlilco	Ixtlilco El Grande	Tepalcingo	Ejidal	2400	2001	<i>O. v. mexicanus</i>	Sierra de Huautla	2 Y 5
SEMARNAT-UMA-EX-012-MOR/04	Comunidad de Miacatlan	Miacatlan	Miacatlán	Comunal	2458	2004	<i>O. v. mexicanus</i>	NO APLICA	2-5 y 7
DGVS-CR-EX-3345-MOR	Zacatuche	Tlalnepantla	Tlalnepantla	Comunal	6533	2006	<i>O. v. mexicanus</i>	Parq Nal Tepozteco	2 y 9
DGVS-CR-EX-3412-MOR	Ejido Santa Ma Ahuacatitlán	Ejido Santa Ma Ahuacatitlán	Cuernavaca	Ejidal	5271	2007	<i>O. v. mexicanus</i>	s/d	s/d
DGVS-CR-EX-3415-MOR	Ejido La Era	Ejido La Era	Tlaquiltenango	Ejidal	245	2007	<i>O. v. mexicanus</i>	s/d	s/d
DGVS-CR-EX-3416-MOR	Ejido Rancho Viejo	Ejido Rancho Viejo	Tlaquiltenango	Ejidal	352	2007	<i>Odocoileus virginianus</i>	s/d	s/d
DGVS-CR-EX-3417-MOR	Ejido San Juan Chinameca	Ejido San Juan Chinameca	Ayala	Ejidal	2544	2007	<i>Odocoileus virginianus</i>	s/d	s/d
DGVS-CR-EX-3418-MOR	Ejido San Pablo Hidalgo	Ejido San Pablo Hidalgo	Tlaltizapán	Ejidal	722	2007	<i>Odocoileus virginianus</i>	s/d	s/d
SEMARNAT-UMA-EX-010-MOR/03	Criaderos Silvestres	Teacalco	Amacuzac	Ejidal	94	2003	<i>Odocoileus virginianus</i>	NO APLICA	2
DGVS-CR-EX-3166-MOR	Comunidad de Tetlama	Tetlama	Temixco	Comunal	2082	2005	<i>Odocoileus virginianus</i>	NO APLICA	1-2-7-9
DGVS-CR-EX-3151-MOR	Ejido Xochipala	Ejido Xochipala	Tlaquiltenango	Ejidal	2699	2005	<i>Odocoileus virginianus</i>	NO APLICA	1-2-4-7
DGVS-CR-EX-1748-MOR	Fraccionamiento Saint Moritz	s/d	Huitzilac	s/d	14	s/d	s/d	s/d	s/d
DGVS-CR-EX-2458-MOR	El Caracol	El Caracol	Yautepec	Ejidal	610	2000	ninguna	NO APLICA	2 Y 5
SEMARNAT-UMA-EX-011-MOR/03	UMA Regional Morelos	Asociacion de Clubes de Caza	Amacuzac, Pte d Ixtla, Jojutla y Coatlan del Río, Cd. Ayala	Ejidal	37850	2003	ninguna	NO APLICA	2 Y 5

s/d= Sin Datos. FINALIDAD: 1.-Investigación; 2.-CONSERVACIÓN; 3.-Exhibición; 4.-Aprovech. Comercial; 5.-APROV. CINEGETICO; 6.-Colección; 7.-Ecoturismo; 8.-Otra; 9.-Manejo

Cuadro construido a partir de la información proporcionada por la Delegación de Morelos y la DGVS

Consideraciones para las UMAs

A 10 años de la implementación del concepto de UMA como alternativa productiva sustentable no existe una evaluación a nivel nacional de tal estrategia. Lo que sí se ha realizado son caracterizaciones o análisis de algunos aspectos en particular (Guajardo y Martínez, 2004; Medellín, 2005; REDES, 2005; García, 2005 y Weber *et al*, 2006) que permiten reconocer algunos de los temas a considerar en el establecimiento de nuevas UMAs, en el mejoramiento de las UMAs ya implementadas y para la consolidación del SUMA.

Aunque gran parte de los temas enlistados a continuación atañen a las UMAs de manera general, se consideran aquí como recomendaciones para las UMAs extensivas de venado colablanca en particular. En muchos casos las acciones propuestas ya están consideradas en el diseño mismo de las UMAs, sin embargo en la realidad no se han logrado implementar por lo que vale la pena mencionarlas. Gran parte de las recomendaciones están relacionadas con que los actores involucrados tengan la intención de modificar sus acciones hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable, aunado a que tengan los conocimientos, habilidades y recursos para realizar tales acciones y reforzado con la capacidad para realizarlas de una manera adecuada.

A continuación se enlistan (de manera no exhaustiva) los temas que en particular es necesario considerar para el mejoramiento de las UMAs de venado colablanca en el país:

Investigación:

- Realizar estudios poblacionales de las subespecies de venado colablanca sobretodo del centro y sur de México para conocer su estado de conservación.
- Realizar estudios específicos que confirmen o redefinan la clasificación de las subespecies de venado. Actualmente la caracterización de las 14 subespecies mexicanas es a nivel morfológico.
- Conocer los periodos de apareamiento y nacimiento de crías de las especies del centro y sur del país.

Administración y Manejo:

- Establecer temporadas de caza específicas para las diferentes subespecies. Actualmente están homologadas a los tiempos de las especies nortañas. La temporada de caza 2007-2008 será del 7 de diciembre al 20 de enero para todo el país cuando algunas subespecies del sur de México quizá en enero apenas empiecen el empadre.
- Impedir la importación de especies exóticas.
- Controlar y en su caso exterminar las poblaciones ferales de especies exóticas.
- Limitar la traslocación de subespecies de colablanca.

- Implementar un sistema de asignación de tasas de aprovechamiento eficiente, efectivo y eficaz para evitar tanto el subaprovechamiento como el sobre aprovechamiento de la especie.
- Sensibilización de autoridades en los tres niveles de gobierno sobre la importancia de realizar un manejo sustentable de la especie.
- Promover la participación de los tres órdenes de gobierno: Lograr acuerdos de concurrencia para optimización de recursos.
- Capacitación de los funcionarios de las dependencias involucradas y/o relacionadas con el aprovechamiento cinegético para lograr una administración adecuada del recurso.
- Lograr acuerdos de coordinación interinstitucional y optimización de recursos (tiempo, dinero y talento) al menos en las siguientes Secretarías del Gobierno Federal:
 - **Semarnat** (Medio Ambiente y Recursos Naturales) para mejorar la gestión de la vida silvestre en el sentido amplio.
 - **Sectur** (Turismo) para la promoción del turismo cinegético y la administración adecuada de todas las actividades turísticas relacionadas.
 - **Sedena** (Defensa Nacional) para optimizar la expedición de permisos para armas y mejorar las prácticas de vigilancia y procuración de justicia.
 - **SER** (Relaciones exteriores) para optimizar la expedición de permisos para turistas cinegéticos respecto a entrar y salir del país.
 - **Sedesol** (Desarrollo Social) para desarrollar o rediseñar programas de apoyo y resulten concurrentes evistando programas contrapuestos.
 - **Sagarpa** (Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) para desarrollar o rediseñar programas de apoyo y resulten concurrentes evistando programas contrapuestos.
 - **SHCP** (Hacienda y Crédito Público) para lograr incentivos para la conservación y retorno de recursos.
- Generar un marco legal favorable que facilite el turismo cinegético
- Lograr la regularización de la tenencia de la tierra.
- Fomentar la formación de profesionistas especializados para proveer asesoría técnica de calidad.
- Realizar la planeación estratégica de una UMA *tipo* con aprovechamiento de venado colablanca donde se especifiquen los indicadores y sus medios de verificación de manera que, en verdad, sea posible atender lo importante antes que lo urgente.
- Realizar visitas periódicas de supervisión a las UMAs.
- Diseñar un programa de monitoreo del hábitat y de las poblaciones de venado adecuado a cada región. Mientras en el norte, en matorrales poco densos, el monitoreo es relativamente fácil, en el centro y sur de México, la orografía y los tipos de vegetación lo hacen más difícil. Una alternativa sería conocer las abundancias relativas en lugar de las densidades absolutas de la población, lo que requiere un buen diseño de muestreo y una adecuada implementación y análisis (con su respectiva capacitación).

- Realizar el monitoreo de indicadores y la evaluación correspondiente para las UMAs de venado colablanca bajo el esquema de *manejo adaptativo de recursos naturales*, tal como se establece en el plan de manejo *tipo* para venado colablanca, (deberá incluir poblaciones de venado, estado de conservación del ecosistema y administración de la UMA).
- Elaborar bases de datos precisas y confiables para monitoreos poblacionales, aprovechamientos autorizados y ejemplares cosechados.
- Revisar los expedientes de cada UMA y completar, corregir o lo que cada caso amerite para elaborar una adecuada base de datos de las UMAs existentes.
- Diseñar un sistema de información que concentre la información y la haga disponible para los actores involucrados. Actualmente los expedientes de las UMAs se encuentran divididos entre las oficinas centrales de la DGVS y las Delegaciones de la Semarnat en cada estado.

Capacidades locales:

- Sensibilización de la población sobre la importancia de proveer de información verdadera y oportuna a las autoridades para su correspondiente análisis (por ejemplo: para la construcción de bases de datos fidedignas y realización de monitoreos nacionales, estatales, regional, por especie, por ecosistema, etc.) y mejorar la toma de decisiones en la gestión de la vida silvestre.
- Capacitación para los propietarios de las UMAs en diferentes rubros como:
 - Administración de proyectos** para lograr la autogestión y romper su dependencia con los responsables técnicos ineficientes. En este rubro debe incluirse desde el diseño de la UMA con sus indicadores y medios de verificación hasta su evaluación. Esto incluye desde el monitoreo poblacional del venado y su hábitat hasta la administración económica eficiente de la UMA y el marco legal vigente.
 - Turismo:** para lograr la autogestión y evitar la dependencia de intermediarios o "coyotes".
 - Educación ambiental** y sensibilización para lograr una adecuada valorización de la vida silvestre que principalmente resulte en la vigilancia y conservación de sus recursos naturales pero también permita a la UMA ofrecer servicios turísticos como senderos interpretativos, observación de aves, safaris fotográficos, campismo, etc.
 - Técnicas de monitoreo** para lograr un verdadero monitoreo tanto administrativo como de los recursos naturales.
 - Técnicas de manejo de los recursos naturales** para que realicen de manera adecuada las prácticas de manejo de sus recursos como mejoramiento del hábitat, prevención de desastres, etc.
 - Técnicas de vigilancia participativa** para que la vigilancia del predio no dependa únicamente de elementos de la procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Turismo cinegético:

- Realizar una promoción efectiva de la cacería deportiva (difundir los impactos positivos económicos, sociales y ambientales).
- Fomentar la participación de segmentos jóvenes de la población.
- Fomentar la creación de negocios asociados a la cacería para la provisión de insumos (ropa, equipo, etc) y servicios (taxidermia, hospedaje, alimentación, etc).
- Integrar las cadenas productivas.
- Elaborar bases de datos precisas y confiables para el padrón de cazadores, prestadores de servicios y servicios cinegéticos existentes y hacerlo accesible a los actores involucrados.
- Proveer de servicios de calidad para todos los niveles de adquisición y estilos de caza (desde el gran lujo hasta el más rustico).
- Diversificar y complementar la oferta cinegética tanto en variedad de especies de pelo y pluma (sólo nativas) y actividades alternativas (caza, pesca) de una misma temporada como para las diferentes temporadas del año debido a que la caza de venado sólo se realiza un mes al año en invierno. De todas las especies susceptibles de aprovechamiento cinegético, los meses de menor actividad son mayo, junio, julio y agosto. En estos meses la oferta turística puede basarse en campamentos de educación ambiental, observación de aves, safaris fotográficos, senderos interpretativos, turismo comunitario, etc.

6. Recapitulación

Durante la segunda mitad del siglo XX el cambio en el uso del suelo de países tropicales se ha acelerado para satisfacer las necesidades que genera el crecimiento de la humanidad. Esto ha ocasionado la pérdida de la cubierta vegetal, de biodiversidad y de los servicios ambientales que provee. Los bosques que hoy ocupan la tercera parte de la superficie terrestre se pierden al 4% anual y tan sólo los bosques tropicales contienen dos tercios del total de especies de plantas de la Tierra.

El cambio de uso de suelo es la mayor amenaza para los ecosistemas forestales y para la biodiversidad en el mundo. En México, 26% de la superficie nacional la ocupan matorrales xerófilos; los bosques templados ocupan el 17% y las selvas el 16%. Aunque el 73% de la superficie se encuentra cubierta con su vegetación original sólo el 20% de las selvas, el 47% de los bosques y el 70% de los matorrales mantienen vegetación primaria.

La población mexicana de más de 100 millones de habitantes ha modificado sus suelos forestales para actividades agropecuarias con tasas de deforestación de hasta 800 mil hectáreas al año. Sin embargo la productividad no mejora pues la superficie agrícola sembrada no ha aumentado, las tierras se usan pocos años y luego se abandonan para abrir nuevas tierras. La ganadería por su parte se encuentra en crisis, entre otras causas, por la importación de carne y, aunque el número de cabezas de ganado ha disminuido, la superficie donde pasta el ganado ha aumentado.

El Corredor Biológico del Chichinautzin, ubicado al noroeste del estado de Morelos, es una zona de gran biodiversidad y endemismos donde se recargan los acuíferos,

se mejora la calidad del aire y se producen muchos servicios ambientales más. Actualmente se encuentra amenazado, entre otras razones, por el cambio del uso de suelo hacia actividades agropecuarias además de la venta ilegal de tierras, incendios forestales, cacería furtiva, deforestación y extracción de tierra de monte y roca volcánica.

La demanda de tierras seguirá aumentando por el crecimiento de la población y sus necesidades. Por ello es indispensable modificar las formas de producción hacia un aprovechamiento sustentable al tiempo que se restauren ecológicamente los ecosistemas, se conserven y se asegure su permanencia de manera que garanticen los insumos para el mantenimiento de la humanidad.

La restauración ecológica busca reestablecer tanto componentes como procesos biológicos de un ecosistema dañado, al tiempo que se construyen las condiciones socioeconómicas que garanticen el cumplimiento de los objetivos de restauración.

Una alternativa productiva sustentable resulta añadir valor económico a los recursos naturales y aprovecharlos bajo criterios de sustentabilidad. Un ejemplo de ello es la cacería, la cual ha generado importantes beneficios económicos principalmente en el norte del país. México se considera un país emergente en el mercado cinegético. La única posibilidad legal de aprovechar actualmente la vida silvestre en México se denomina Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMA donde el titular es el propietario de la tierra o legítimo poseedor (sin importar el tipo de tenencia).

Las UMAs cinegéticas han generado importantes beneficios tanto ambientales como económicos principalmente en el norte del país. Entre ellos destacan: supresión de desmontes de matorral xerófilo, supresión de caza furtiva, obras de mejoramiento de hábitat, contención de la frontera agropecuaria y mantenimiento de bienes y servicios ambientales. Asimismo un gasto directo de más de 1,200 millones de pesos en una sola temporada de caza para el norte del país, considerado como apenas el 13% de su potencial. Desafortunadamente también se han generado importantes impactos negativos, tanto ambientales (debido principalmente a la introducción de especies exóticas) como sociales. Las UMAs son una práctica muy popular en el noreste de México que se empieza a difundir en el centro y sur del país, sin embargo aún hacen falta importantes consideraciones ambientales, económicas y administrativas para la consolidación de este esquema de producción.

Actualmente existen 7,830 UMAs entre criaderos de fauna silvestre, ranchos cinegéticos, zoológicos, viveros, jardines botánicos, circos y espectáculos fijos y ambulantes. Ocupan el 14.09% del territorio nacional y el 85% se encuentra en el norte del país. Casi el 70% del total de UMAs están registradas bajo la modalidad

de aprovechamiento extensivo, el cual implica la protección del hábitat y la conservación de las especies de flora y fauna asociadas a la especie de interés.

El venado colablanca *Odocoileus virginianus* es la especie de caza más importante de la fauna silvestre mexicana y se distribuye, con 14 subespecies, en casi todo el territorio nacional (excepto la península de Baja California). Ha formado parte de las costumbres, tradiciones y cosmovisión de las culturas prehispánicas y hasta la fecha constituye una importante fuente de proteína en el medio rural. Es un animal de gran importancia ecológica capaz de subsistir en hábitats perturbados y/o con presión de caza furtiva. La adaptabilidad y persistencia del venado colablanca lo convierten en un magnífico sujeto de aprovechamiento.

El aprovechamiento cinegético del venado colablanca ha generado una importante derrama económica, principalmente en el norte de México y en algunos casos ha contribuido a la conservación de la biodiversidad, sin embargo también ha generado efectos negativos entre los que destaca la traslocación de subespecies con sus consecuencias perjudiciales. En el sur del país el modelo no está consolidado y en ocasiones ha tenido una contribución mínima o nula a los objetivos de conservación de la biodiversidad y desarrollo sustentable.

De las más de 7 mil UMAs del país, casi el 53% (4,122) son UMAs extensivas que tienen al venado colablanca registrado para su aprovechamiento. Se localizan en 29 estados de la República y casi el 88% se encuentran en los estados de Nuevo León, Sonora, Tamaulipas, Coahuila, Durango y Chihuahua. Sólo tres de las 14 subespecies tienen reconocimiento internacional y califican en los libros de récords por las características de sus astas. La subespecie texana (*O. v. texanus*) es la de mayor masa corporal y se encuentra registrada en el 39% de las UMAs que manejan venado colablanca. De las 14 subespecies, 13 se encuentran registradas en al menos una UMA para su aprovechamiento. En las temporadas comprendidas entre 2001 y 2007 se autorizó el aprovechamiento de 69,005 venados colablanca de 10 de las 14 subespecies. El 70% de los ejemplares autorizados fueron de la subespecie texana. En 24 estados se recibieron autorizaciones de aprovechamiento pero la mayoría (36%) de los ejemplares se autorizaron para Nuevo León.

La subespecie mexicana *O. v. mexicanus* que habita en el corredor Biológico del Chichinautzin se encuentra registrada en un total de 84 UMAs en 11 estados. Puebla es el estado con mayor número de UMAs: 40; le sigue Morelos con 14. En las temporadas comprendidas entre 2000 y 2006 se autorizó el aprovechamiento de 296 ejemplares de la subespecie mexicana en 27 UMAs de 5 estados. Esto representó el 0.4% del total de ejemplares autorizados en el país en los 6 años.

Durante el mismo periodo Morelos compró el mayor número de cintillos (212) en 12 UMAs. Morelos tiene 20 UMAs extensivas; 17 con venado pero sólo 13

registran al colablanca para aprovechamiento cinegético. Una de las UMAs está en terrenos del Parque Nacional del Tepozteco y 12 están en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla.

A 10 años de la implementación del concepto de UMA como alternativa productiva sustentable no existe una evaluación a nivel nacional de tal estrategia, pero se han realizado caracterizaciones y análisis de algunos aspectos en particular que reconocen temas a considerar tanto para el establecimiento de nuevas UMAs, como en el mejoramiento de las UMAs ya implementadas así como para la consolidación del SUMA.

En particular para el venado colablanca es necesario realizar estudios demográficos de la especie para conocer su estado de conservación y mejoren la toma de decisiones para optimizar su aprovechamiento. Asimismo es necesario mejorar aspectos administrativos de su manejo y fortalecer las capacidades locales de los dueños de las UMAs. Finalmente se reconoce la necesidad de fortalecer el turismo cinegético en conjunto para lograr que el aprovechamiento del venado colablanca constituya una alternativa productiva sustentable.

SEGUNDA PARTE

7. La propuesta de un modelo

Generalidades

Debido a que la realidad es demasiado compleja para ser entendida en su totalidad los modelos resultan una herramienta muy útil para poder describirla y comprenderla. Un modelo es la conceptualización simplificada de un sistema del mundo real. Para el caso de los ecosistemas y la vida silvestre, los modelos fueron, en un inicio, narrativos, sin embargo fue necesario desarrollar modelos matemáticos debido a que la manipulación simbólica que con ellos es posible es más poderosa que la que deriva de las palabras, las cuales resultan inadecuadas para expresar relaciones complejas (Halls, 1984).

Considérese entonces que los modelos son una abstracción y simplificación de la realidad. Levins, en 1966, diseñó una estrategia para modelar la ecología y genética de poblaciones donde sacrificaba precisión para buscar realismo y generalidad. Este autor señala que los modelos deben asumirse como incompletos en su naturaleza, ya que no es posible incluir todos los aspectos de la realidad, sin embargo permiten lograr un entendimiento del mundo real. Así, durante los años 70 la ecología matemática se desarrolló profusamente con distintos enfoques que para los años 80 se concentraron en el análisis de hipótesis específicas para situaciones en particular. Para autores como D. Simberloff o D. R. Strong los modelos desarrollados anteriormente no eran realistas y los modelos generales no eran útiles. Realismo y precisión eran características indispensables pues debía modelarse situaciones particulares.

Se generó entonces una gran discusión acerca de las características que debían tener los modelos, con defensores y detractores de las propuestas de Levins. Así, para principio de los 90's, críticos con visión filosófica determinaron innecesaria la discusión para decidir entre la generalidad, realismo o precisión de los modelos, que independientemente de sus características, han resultado valiosos para el desarrollo de la teoría ecológica y evolutiva con diferentes aportaciones.

Para la siguiente década, Taylor presenta, en 2005, una propuesta de clasificación para los modelos basada en la discrepancia existente entre el modelo y las observaciones que se realicen. Él afirma que los modelos son representaciones de la realidad y que todos simplifican necesariamente esa realidad. Sin embargo no todos los modelos están diseñados con el mismo estándar de correspondencia con las observaciones realizadas. Algunos modelos son evaluados por análisis cuantitativos de correspondencia entre los patrones de los datos y las predicciones de los modelos. Otros modelos o incluso los mismos, pero en diferentes circunstancias, pueden ser aceptados de acuerdo con lo plausible de sus suposiciones y predicciones. Es más, afirma que siempre hay dos caras de cualquier modelo. Una son las características distintivas o evidentes y la otra son las condiciones accesorias que están implícitas o consideradas (asumidas) cuando se analiza el modelo pero no son evidentes. Estas características suelen ser pasadas por alto o difíciles de identificar.

Por ello, propone tres niveles de modelos: a) modelación exploratoria o marco, b) redescrición y c) representación generativa.

Cuadro 7.1.- Niveles de correspondencia entre el modelo y las observaciones realizadas. Tomado de Taylor, 2005.

<i>tipo de modelo</i>	<i>ajuste</i>	<i>condiciones accesorias</i>
modelación exploratoria	—	—
redescrición	✓	—
representación generativa	✓	✓

— = correspondencia considerada posible o no examinada

✓ = análisis cuantitativo de correspondencia con los datos

a) La **modelación exploratoria** es un marco de referencia que consiste en una o más propuestas o temas que guían la pregunta (de la investigación) enfocando la atención en ciertas situaciones biológicas y procesos (ejemplo: crecimiento poblacional y lo que facilite o no su crecimiento). Las implicaciones conceptuales de las propuestas pueden ser exploradas sin examinar qué tanto corresponden estas a las observaciones detalladas. La modelación exploratoria permite a los investigadores formular nuevas preguntas o nuevos modelos. Cuando las propuestas son formuladas en ecuaciones matemáticas el marco puede ser explorado sistemáticamente como un modelo matemático. Tiene valor heurístico. Por ejemplo, resulta posible preguntar cómo cambia la conducta del sistema conforme cambian los parámetros, o se convierten en variables, o cuando se añaden periodos de tiempo, etc.

b) Una **redescripción** es un resumen de observaciones en la forma de un modelo donde los valores de los parámetros se han estimado a partir de datos. Permite predecir o extrapolar con base en que los patrones observados pueden continuar en el futuro o extenderse a otras situaciones.

c) Una **representación generativa** es un modelo que no sólo se ajusta a las observaciones sino para el cual, la evidencia para sus condiciones accesorias existe independientemente del ajuste entre el modelo y las observaciones. Si los dos tipos de correspondencia se demuestran, los investigadores pueden considerar que el modelo representará la dinámica de las relaciones biológicas que generaron tales observaciones. Es más, debido a que el modelo captura las condiciones necesarias y suficientes para explicar el fenómeno observado, las predicciones son confiables para situaciones aún no observadas.

De acuerdo con las definiciones anteriores el modelador puede clarificar el nivel de al que se acepta y/o usa su modelo pues no sólo el último nivel es significativo. Cada nivel de correspondencia tiene diferentes aplicaciones.

Aunado a lo anterior debe considerarse que la correspondencia entre el modelo y las observaciones es *relativa* y *provisional*. La correspondencia se considera *relativa* porque variará de acuerdo al grado de ajuste y lo estricto del establecimiento de las condiciones accesorias. Suposiciones que son evidentemente correctas para algunos serán impensables o imposibles para otros. La correspondencia se considera *provisional* por la variación de las circunstancias en las que el ajuste (entre el modelo y las observaciones) y las condiciones accesorias fueron establecidas. Esto de acuerdo al nivel de resolución definido y el rango de las condiciones accesorias expuestas para escrutinio. Al cambiar el nivel de resolución la mayoría de las condiciones accesorias podrían dejar de mantener la correspondencia. Por ejemplo, organismos que pudieran considerarse como unidades idénticas en un nivel, para otro nivel resultan ser genéticamente heterogéneas.

Considerando lo anterior un modelo puede modificarse según los intereses, necesidades y conveniencia del investigador pudiendo al menos:

- 1.- elevar su estatus (*ej.*: de modelación exploratoria a representación generativa)
- 2.- generalizarlo (expandir sus dominios de aplicación)
- 3.- cambiar el foco de atención
- 4.- refinarlo (mejorar el ajuste, añadir parámetros)
- 5.- asignarle más valor a las condiciones accesorias
- 6.- buscar las circunstancias en las que el modelo falla
- 7.- reconfigurarlo con variables y relaciones nuevas

La descripción del modelo

Como se ha mencionado anteriormente, se considera que para detener y revertir el deterioro de los ecosistemas es necesario implementar alternativas productivas sustentables que generen los incentivos necesarios y suficientes para ello. Asimismo se ha mencionado que el aprovechamiento cinegético del venado colablanca podría resultar una alternativa a considerar para tales fines y que la UMA es la figura legal que en México lo permite.

Este trabajo busca analizar las condiciones en las que ello es posible, para lo cual se desarrolla un modelo de redescrípción (con base en la clasificación de Taylor, 2005) con consideraciones tanto biológicas como económicas, que describa a una población de venado colablanca sujeta a un aprovechamiento cinegético y con ello se determinen las condiciones óptimas bajo las cuáles una UMA cinegética venadera resulta un incentivo económico para la restauración ecológica.

Debido a los hábitos de los venados (ejemplo: ramoneo selectivo), los claros de los bosques o los bordes resultan áreas favorables para esta especie por la cantidad de renuevos y biomasa vegetal disponible para su alimento. En el caso del corredor biológico del Chichinautzin estas zonas abundan debido a la problemática que le aqueja. La relación intuitiva es que a mayor biomasa vegetal disponible para alimento de los venados (BVDA) mayor será la población de venados que se espera encontrar en esas áreas. Sin embargo, a mayor cantidad de venados la BVDA se verá afectada negativamente por efecto del sobre ramoneo.

Asimismo la relación intuitiva entre venados y cazadores suele ser que a mayor cantidad de venados, más cazadores, sin embargo a mayor cantidad de cazadores menor cantidad de venados (*figura 7.1*).



Figura 7.1.- Relación intuitiva entre la BVDA (biomasa vegetal disponible para alimento), venados y cazadores.

Esto significa que para el dueño de la UMA será fácil pensar en aumentar la población de venados para que más cazadores le paguen por cazarlos aunque la BVDA, que puede relacionarse con la calidad del hábitat, disminuya en consecuencia del sobre ramoneo.

La hipótesis de este trabajo plantea que aumentar el precio del venado generará los incentivos suficientes para que el dueño de la UMA decida mantener una población de venados dentro de la capacidad de carga evitando así el deterioro de

su hábitat pero que además decida invertir en mejorar la calidad del hábitat, aumente también su capacidad de carga y con ello aumente la población de venados, aumentando en consecuencia sus ganancias.

Es decir, que la relación entre venados, cazadores y BVDA consista en una retroalimentación positiva por acción directa del dueño de la UMA incentivado por los beneficios económicos de contar con una población mayor de venados (*figura 7.2*).

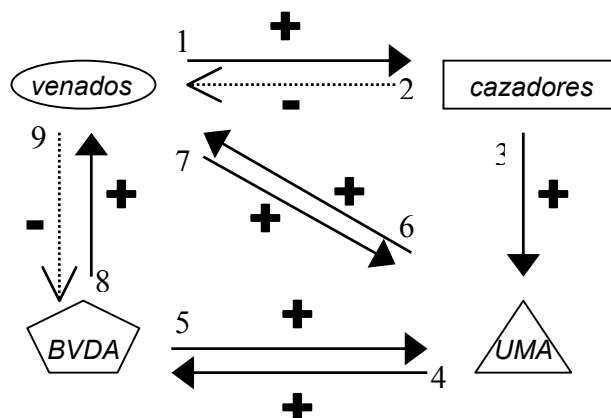


Figura 7.2.- Relación entre BVDA, venados y cazadores a partir de la inversión del dueño de la UMA en la calidad del bosque como consecuencia de aumentar el precio del venado.

En la *figura 7.2* se observa que la población de venados afecta positivamente (1) a los cazadores porque son su blanco, sin embargo los cazadores al matar venados los afectan de forma negativa (2) es decir, los disminuyen. Los cazadores afectan positivamente (3) a la UMA al pagarle por el servicio de cacería. Para este modelo se considera que la relación entre la UMA y la BVDA será de manera que la UMA realiza acciones de mejoramiento del hábitat para aumentar la BVDA (4) y el bosque que contiene a la BVDA le reeditúa positivamente (5) a la UMA cuando esta recibe un pago por servicios ambientales. La UMA puede aumentar la población de venados (6) a través de suplemento alimenticio. Los venados le reeditúan a la UMA de forma positiva (7) cuando recibe dinero por la venta de los animales o sus derivados. Finalmente la BVDA actúa positivamente (8) sobre los venados al ser su alimento y el bosque que la contiene los provee de agua y abrigo. Los venados influyen negativamente (9) al comerse la biomasa vegetal del bosque.

Con base en lo anterior, a continuación se describe la construcción de un modelo matemático que permita identificar aquellas condiciones en las que la cacería del venado se convierte en un instrumento de restauración ecológica entendida como el mejoramiento de las poblaciones silvestres de venado colablanca así como de la calidad de su hábitat. Esto último beneficia a todas las especies que en él habitan y reestablece los bienes y servicios que tal ecosistema provee.

La construcción del modelo

El sistema biológico

La dinámica poblacional del venado colablanca depende básicamente de dos factores: la densidad poblacional y la calidad del hábitat. Según Mccoullogh (en Halls, 1984) la experiencia en la reserva George en Estados Unidos mostró que la población de venados no sólo era densodependiente sino que mantenía una relación determinante con los recursos naturales disponibles y la calidad del hábitat. En los estudios poblacionales que ahí se realizaron, se registró, para el mismo tamaño de la población, valores altos de reclutamiento cuando la vegetación se encontraba bien conservada y valores bajos cuando existían impactos negativos en la vegetación (por ejemplo, el sobre ramoneo). Observaron también que durante los periodos de baja densidad poblacional de venados la vegetación lograba recuperarse. Adicionalmente, al disminuir la densidad poblacional de los venados mejoraban las características físicas de la población y se registró un aumento en el crecimiento y tamaño del cuerpo. También mejoró la salud y disminuyó la predación natural, incluso en los venados más pequeños, pues la buena salud se reflejó en un rápido crecimiento de los cervatillos y mayor alerta de sus madres. Asimismo registraron periodos en los que se excedía la capacidad de carga del ecosistema pero no había daño a la vegetación, lo cual ocurre cuando la población se está "acomodando" es decir, encontrando su nuevo equilibrio.

Con base en lo anterior, concluyeron que la respuesta densodependiente no es inmediata y que al cabo del tiempo, las poblaciones encuentran un equilibrio dinámico con una estructura estable de edades para las condiciones presentes de calidad de su hábitat. Esto resulta importante en términos de conservación y restauración ecológica, pues distintas condiciones del hábitat corresponden a diferentes tamaños y estructura poblacionales de venados, lográndose una condición de equilibrio entre ellos. Es decir, una mejor calidad del hábitat será capaz de sostener una población más sana y en algunos casos de mayor tamaño por tener una capacidad de carga mayor.

Con base en lo anterior la parte biológica de este modelo está compuesta de dos partes relacionadas entre sí: con la primera se busca representar a la población de venado y con la segunda a la vegetación.

A continuación se describe cada una de estas partes.

1.- La población de venados

El venado colablanca es la especie cinegética más importante en México (Leopold, 1959; Weber, 1993; Guajardo y Martínez, 2004). Se trata de una especie

ramoneadora (seleccionador concentrado); poco recomendable³² de ser manejada en forma intensiva, principalmente debido a su temperamento (animal fácilmente estresable), pero con grandes ventajas para ser aprovechada en forma extensiva.

El venado tiene un crecimiento logístico densodependiente que Jensen (2000) describe en un modelo matricial de la siguiente manera:

$$\bar{N}_{t+1} = \bar{N}_t + D(N_t)(M - I)\bar{N}_t \dots\dots\dots (1)$$

donde:

N	Vector del tamaño y estructura de la población de venados en el tiempo t y $t+1$; $1 \times m$ donde cada entrada representa el número de individuos por categoría i
D(N_t)	Factor de densodependencia de la población de venado
M	Matriz de transición que incluye los parámetros vitales de la población. Cada entrada mide la fertilidad y sobrevivencia por categoría i .
I	Matriz de Identidad (elemento neutro con 1's en la diagonal)

Para este trabajo se extiende la propuesta de Jensen de manera que se considere el aprovechamiento cinegético y se alarga el factor de densodependencia para relacionarlo con la calidad del hábitat.

Por lo tanto la ecuación que elaboraremos para estimar la población de venados considerará:

- a) los parámetros vitales (fecundidad y sobrevivencia);
- b) el factor de densodependencia relacionado con la calidad del hábitat; y
- c) la cosecha cinegética o extracción de ejemplares.

A continuación se describen cada uno de estos aspectos.

a) Los parámetros vitales

Los parámetros vitales de una población de venados son: a) la *fertilidad (f)*, que se refiere al número de cervatillos hembras y machos que nacen de cada hembra por categoría de edad (i); y b) la *sobrevivencia (P)*, definida como la probabilidad que tiene cada venado de pasar a la siguiente categoría de edad. Ambos parámetros se expresan en la matriz de proyección **M**, la cual se multiplica por un vector **N** para conocer la población en la siguiente generación $t+1$ de la forma:

$$\begin{matrix}
 \mathbf{M} & \times & \mathbf{N}_t & = & \mathbf{N}_{t+1} \\
 \begin{bmatrix} f & f \\ P & P \end{bmatrix} & \times & \begin{bmatrix} n_i \\ n_i \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} n_i \\ n_i \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

³² A pesar de que existen numerosos criaderos intensivos de venado colablanca, es preferible el aprovechamiento extensivo de esta especie porque se estresa fácilmente. Para producción de carne es más recomendable trabajar con más “tranquilas” como el ciervo rojo.

b) El factor de densodependencia

El factor de densodependencia se define para este modelo en función de la relación entre la biomasa vegetal disponible para alimento y los requerimientos alimenticios de la población de venado.

En este modelo la biomasa vegetal total del ecosistema se representa por B_T . Los venados, al ser ramoneadores selectivos, consumen únicamente **una parte** de la biomasa vegetal total de su hábitat. De esta manera sólo una fracción de B_T , representada por γB_T , resulta la biomasa vegetal que se encuentra *disponible* para que la consuma el venado (BVDA). La biomasa vegetal no disponible, por lo tanto, se representa como $(1-\gamma) B_T$. Es decir, B_T está constituida por:

$$B_T = \gamma B_T + (1-\gamma)B_T \dots\dots\dots (2) \quad \text{donde } \gamma \text{ vale entre 0 y 1.}$$

Consideraremos ahora un factor Z para representar la relación entre la biomasa vegetal disponible para alimento o consumo del venado (γB_i) y el alimento que el venado requiere (R) para su mantenimiento y supervivencia (requerimiento nutricional del venado), es decir, la proporción de alimento que el venado consume respecto a su requerimiento nutricional. Dado que cada categoría de sexo y edad en una población de venado tiene características de peso particulares y por lo tanto requerimientos distintos, entonces es necesario asumir que el factor Z tendrá el mismo efecto para todas las categorías del vector poblacional.

de tal forma:

$$Z \equiv \frac{\gamma B_i}{R_i} \forall i$$

$$Z = \frac{n_i \cdot \gamma B_i}{n_i \cdot R_i} \forall i$$

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \cdot \gamma B_i}{\sum_{i=1}^m n_i \cdot R_i}$$

$$\text{Si } \sum_{i=1}^m n_i \cdot \gamma B_i = \gamma B_T \quad \text{y} \quad \sum_{i=1}^m n_i \cdot R_i = \bar{R} \cdot \bar{N}$$

Entonces el factor Z tiene la forma:

$$Z = \frac{\gamma B_T}{\bar{R} \cdot \bar{N}} \dots\dots\dots (3)$$

donde:

γB_T	Biomasa vegetal disponible para alimento de los venados
\bar{R}	Requerimiento alimenticio de la población de venados
\bar{N}	Vector del tamaño y estructura de la población de venados en el tiempo t

Z representa la proporción cubierta de los requerimientos tanto por individuo, como por categoría y para toda la población.

De acuerdo con la información contenida en el capítulo 4 (sobre el venado), el requerimiento (expresado por \bar{R}) corresponde, en promedio, al 3% del peso total del venado, en materia seca de biomasa vegetal por día.

Por lo que:

$$\bar{R} = 0.03 \times W_i$$

donde:

W_i	Peso vivo del venado para la categoría i
-------	--

Por lo tanto para toda la población

$$\bar{R}_T = 0.03 \times \bar{W}$$

donde:

\bar{W}	Peso vivo del total de la población de venados (vector)
-----------	---

Sustituyendo en la ecuación 3 tenemos que:

$$Z(\text{diaria}) = \frac{\gamma B_T}{(0.03 \times \bar{W}) \cdot \bar{N}}$$

para un día, por lo que la \mathbf{Z} anual (en negritas) nos queda:

$$Z = \left[\frac{\gamma B_T}{[(0.03 \times \bar{W}) \times 365]} \right] \cdot \bar{N}$$

¿Cómo afecta \mathbf{Z} al factor de denso-dependencia? Cuando $\mathbf{Z} < \mathbf{1}$, la biomasa disponible es menor a lo que los venados requieren consumir, el venado come menos que su requerimiento y por lo tanto su adecuación disminuye. Si $\mathbf{Z} = \mathbf{1}$ los

venados comen todo lo que necesitan y resulta ser la misma cantidad que lo que está disponible. Cuando la $Z > 1$ existe más biomasa disponible que la que el venado requiere, sin embargo el venado sólo comerá hasta la cantidad que requiera y no más, por lo tanto el valor máximo de Z a considerar es 1 . Cuando la biomasa vegetal disponible no esté limitada se alcanzará el máximo valor de cada parámetro vital para cada grupo de edad y sexo.

Falta considerar, sin embargo, un elemento que permita capturar el cambio de la eficiencia nutricional del alimento al variar su disponibilidad. Esto se puede lograr elevando Z a la potencia $1/\alpha$. Si $\alpha=1$ el factor de denso-dependencia aumentará linealmente con el aumento en alimento disponible, si $\alpha>1$ se observará una curva de crecimiento a tasas decrecientes (forma cóncava) y si $\alpha<1$ se observará una tasa de crecimiento a tasas crecientes (forma convexa).

En resumen, el factor de denso-dependencia se representa en la figura 7.3 y se expresa formalmente de la siguiente forma:

$$D(N_t) = \left[\min \left(1, Z^{\frac{1}{\alpha}} \right) \right] \dots\dots\dots (4)$$

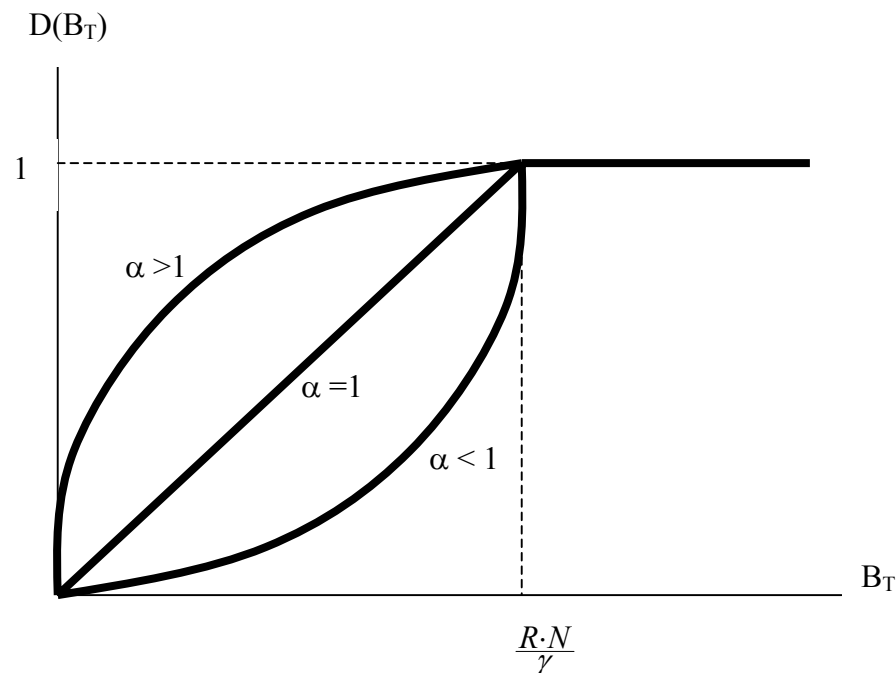


Figura 7.3.- Curva de crecimiento del factor de densodependencia en función del valor de α .

Al sustituir el factor de denso-dependencia (ecuación 4) en la ecuación 1 tenemos que:

$$\bar{N}_{t+1} = \bar{N}_t + \min\left(1, Z^{\frac{1}{\alpha}}\right)(M - I) \cdot \bar{N}_t \dots\dots\dots (5)$$

Por lo que el flujo de crecimiento de la población será:

$$\Delta\bar{N}_t = \left[\min\left(1, Z^{\frac{1}{\alpha}}\right)(M - I) \right] \bar{N}_t \dots\dots\dots (6)$$

donde:

ΔN_t	Flujo de crecimiento; diferencia de $N_{t+1} - N_t$
α	Factor de eficiencia nutricional (marginal); actúa sobre la satisfacción de los requerimientos nutricionales del venado.
Z	Proporción de los requerimientos nutricionales de los venados que se cubren con la biomasa vegetal disponible para alimento, es decir, la relación entre lo que come el venado respecto al alimento disponible.

Si sustituimos **Z** en la ecuación 4 tenemos que:

$$\Delta\bar{N}_t = \left[\min\left(1, \left(\frac{\gamma B_r}{\bar{R} \cdot \bar{N}_t}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\right)(M - I) \right] \bar{N}_t \dots\dots\dots (6a)$$

c) La cosecha cinegética

Para este modelo la población de venados está sujeta a un aprovechamiento cinegético por lo que la extracción de ejemplares tiene la forma:

$$cosecha = \phi H$$

donde:

ϕ	Factor de efectividad de cosecha (en función de la tecnología disponible)
H	Matriz del Esfuerzo de cosecha

Si agregamos la cosecha a la ecuación 6a tenemos que:

$$\Delta\bar{N}_t = \left[\min\left(1, \frac{\gamma B_r}{\bar{R} \cdot \bar{N}_t}\right)^{\frac{1}{\alpha}}(M - I) - \phi H \right] \bar{N}_t \dots\dots\dots (7)$$

Con la ecuación 7 tenemos entonces que el flujo de crecimiento de la población de venados está determinada por: **a)** los parámetros vitales de la población (fertilidad y sobrevivencia) que se verán modificados por **b)** el factor de denso-dependencia que afecta a la matriz de transición con base en la biomasa vegetal disponible para que el venado consuma; y **c)** la cosecha cinegética que se realice en tal población de venados.

2.- La vegetación

Para este modelo la cantidad de vegetación se considera como un indicador de la calidad del hábitat tanto para el venado colablanca como para la sociedad. La vegetación o biomasa vegetal está determinada por sus factores intrínsecos de crecimiento y por la extracción que el venado hace de ella al alimentarse. Suponemos que en el ecosistema está presente la biomasa vegetal neta del forrajeo anual que realiza la población de venados. Así como los venados dependen en parte de la biomasa vegetal disponible, la cantidad de biomasa dependerá a su vez del tamaño y estructura de la población de venados que la coma.

El flujo de la biomasa vegetal residual (neta del forrajeo anual de los venados) en el ecosistema se expresa entonces con la siguiente ecuación:

$$\Delta B = \Delta(B_T - C_V) = r \left(1 - \frac{B_T - C_V}{K} \right) (B_T - C_V) \dots\dots\dots (8)$$

donde:

B	Biomasa residual
B_T	Biomasa vegetal total presente en el ecosistema en t
r	Tasa intrínseca de crecimiento para la vegetación
C_V	Consumo de los venados
K	Capacidad de carga del ecosistema

En esta ecuación la biomasa residual es la reproductiva, es decir, se reproduce sólo aquella que no se comió el venado (se considera que la herbivoría aumenta la tasa neta de crecimiento, no la intrínseca, sino la total). Por lo tanto, con ella se representa la función de crecimiento de la biomasa vegetal en el ecosistema con el efecto de la herbivoría de la población de venados.

Así, si sabemos que la biomasa **no** disponible para alimento del venado resulta de la biomasa total del ecosistema menos el consumo que el venado haga de ella, y definimos el consumo del venado como:

$$C_V = \min(1, Z) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t$$

Entonces, de acuerdo a la ecuación 3 tenemos que:

$$Cv = \min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t}\right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t$$

Al sustituir lo anterior en la ecuación 8 obtenemos:

$$\Delta B = r \left(1 - \frac{B_T - \left(\min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t}\right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right)}{K} \right) \left(B_T - \left(\min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t}\right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right) \right) \dots (8a)$$

De todo lo anterior, podemos concluir que existe una interrelación entre la población de venados (N_t) y la vegetación residual (B). Si existe una población grande de venados aumentará el consumo de biomasa vegetal disponible. Ello aumentará la tasa (neta) de crecimiento de la biomasa pero disminuirá el flujo total, disminuyendo el alimento disponible. Esto disminuirá la adecuación de la población de venados, disminuyendo su tamaño. Con ello aumentará el flujo de crecimiento de la biomasa disponible. Se ha establecido, por lo tanto, un mecanismo de retroalimentación negativa entre la población de venado y la biomasa, y por lo tanto la posibilidad de equilibrio entre las dos poblaciones. Este equilibrio está definido de la siguiente manera:

$$\Delta N = \left[\min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t} \frac{1}{a}\right) \cdot (M - I) - \phi H \right] \bar{N}_t = 0$$

$$\Delta B = r \left(1 - \frac{B_T - \left(\min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t}\right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right)}{K} \right) \left(B_T - \left(\min\left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t}\right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right) \right) = 0$$

Debe de considerarse que estas ecuaciones también incorporan un concepto de sustentabilidad. La sustentabilidad queda definida como la extracción del flujo de la población de venados sin afectar el capital natural y sin afectar el equilibrio de este con el resto del ecosistema. Eso es exactamente lo que logramos capturar con las ecuaciones anteriores. Nos resta entonces entender cómo se determina la dinámica de cacería en este sistema socio-ambiental.

El sistema económico

Como se mencionó en capítulos anteriores, las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o UMAs buscan conciliar las necesidades de desarrollo socioeconómico con la conservación de la biodiversidad. En su definición las UMAs fomentan esquemas de producción sustentable, al generar, por un lado, beneficios económicos y por el otro, promover la conservación de las especies de interés así como de sus hábitats.

La cacería o aprovechamiento cinegético del venado colablanca se realiza bajo el esquema de UMAs y en el norte del país han resultado ser una actividad productiva con una gran derrama económica. El modelo de aprovechamiento de las UMAs se ha popularizado en el resto del país, sin embargo, como se mencionó en el capítulo sobre las UMAs, hay aspectos importantes que deben considerarse para lograr la consolidación del esquema.

Para conocer las condiciones óptimas bajo las cuales una UMA extensiva con aprovechamiento cinegético de venado colablanca puede convertirse en un instrumento económico para la restauración ecológica, desarrollamos un modelo de tipo Agente-Principal (Rasmusen, 1996) con dos actores: *un cazador* y *una UMA* en presencia del Estado.

1.- El cazador (el agente) se define como aquel que realiza la extracción de los animales en la UMA. Puede ser externo o los mismos dueños de la UMA (autoconsumo).

Para fines de este trabajo, el cazador realiza la cacería porque le genera bienestar ó utilidad. Dicha utilidad tiene dos elementos: aquellos que aumentan su bienestar y aquellos que lo disminuyen. Los elementos que aumentan su bienestar están determinados por la cantidad de animales que puede cazar y la calidad del bosque donde estos se encuentren. Los elementos que disminuyen la utilidad son los costos en los que el cazador está dispuesto a incurrir y están compuestos por tres elementos: a) el precio por cada animal cazado; b) la eficiencia del esfuerzo determinada por disponibilidad de tecnología como puede ser el tipo de arma con el que realice su actividad; y c) el costo de oportunidad³³ más los insumos que requiere tales como los costos de viaje, la ropa y los accesorios que compra para realizar su actividad. Todos los componentes se consideran por unidad de esfuerzo que realiza el cazador lo cual determina el número óptimo de animales que decide cazar.

El *problema del cazador* entonces consiste en *determinar el número de venados que debe cazar para maximizar su beneficio* (utilidad menos costos).

³³ Entendido como el dinero que deja de ganar en su actividad productiva por dedicar su tiempo a la actividad de cacería.

2.- La UMA (el principal) se define como el lugar donde se realiza el aprovechamiento cinegético. El titular de la UMA registra su predio bajo este esquema para obtener Utilidad. La utilidad de la UMA depende principalmente de la población de venados que mantenga para su aprovechamiento así como de la calidad del hábitat en el que se encuentren por lo que sus opciones de inversión son: invertir en aumentar su población de venados y/o en calidad del bosque, una vez que el cazador ha determinado la cantidad de venados que quiere cazar.

Por lo tanto el *problema de la UMA* consiste en *maximizar su beneficio en función de la calidad ambiental deseada y el costo por mejorar su población de venados a través de la eficiencia nutricional* de la forma:

$$\max_{K, \alpha} (\text{ingresos}) - (\text{costos})$$

es decir:

$$\max_{K, \alpha} (pV \cdot \varphi \cdot H^* \cdot N_A^* + p_{SA} \cdot K) - (p_\alpha \cdot \alpha^\beta + c_K \cdot K^\kappa) \quad \dots\dots\dots (9)$$

Conforme a la ecuación 7: $N_A^* = N_A^*(\alpha)$

donde:

$\geq pV$	Vector del precio por venado cazado. El precio se considera exógeno, está determinado por el mercado, la UMA no puede modificarlo.
φ	Factor de efectividad de cosecha cinegética
H^*	Matriz del Esfuerzo óptimo de caza que realiza el cazador.
N_A^*	Número de venados adultos en equilibrio, condición de sustentabilidad.
p_{SA}	Pago por Servicios Ambientales, incentivo para la sustentabilidad ambiental. Es exógeno, lo determina el Estado.
K	Capacidad de carga del ecosistema.
p_α	Precio por mejorar la población de venados a través de la eficiencia nutricional.
α	Factor para mejorar la población de venados a través de la satisfacción del requerimiento alimenticio.
β	Exponente que indica la forma en que crecen los costos de p_α
c_K	Costo por mejorar la capacidad de carga del ecosistema
κ	Exponente que indica la forma en que crecen los costos de c_K

Así, el beneficio de la UMA (ingresos menos costos) está sujeto a un conjunto de criterios establecidos directamente por la UMA (inversión en alimento vía α e inversión en la calidad del hábitat, vía K) y las decisiones del cazador (número de venados para cazar, vía su esfuerzo H), e indirectamente por la sociedad en su

conjunto, representada por el Estado con leyes, normas y políticas (sustentabilidad) y el mercado, a través de los precios.

3.- Los criterios o restricciones para resolver el juego entre la UMA y el cazador, en el contexto del manejo sustentable de la población de venados y su hábitat, son:

- a) *Compatibilidad de incentivos entre la UMA y el cazador*
- b) *Aprovechamiento sustentable en la UMA*
- c) *Equilibrio ecológico de largo plazo*

a) Compatibilidad de incentivos entre la UMA y el cazador

Para maximizar su beneficio, la UMA tiene dos variables de decisión. Por un lado, determinar el tamaño de la población de venados a través del factor de eficiencia nutricional α o a través de una calidad de hábitat deseada K . El ingreso de la UMA dependerá de cuánto reciba por los servicios que ofrezca, es decir, por los servicios de caza y tendrá la opción de cobrar por los servicios ambientales resultantes de la calidad del ecosistema así como por otros servicios no extractivos como ecoturismo determinados por la calidad del ecosistema.

Por su parte, el cazador determinará el esfuerzo óptimo que habrá de realizar en función de su utilidad neta, los precios por cazar venados y sus costos de oportunidad.

De manera que:

$$H^* = H^*(\alpha, K) = \max_H (U - pV)(\varphi \cdot H \cdot N_A^*) - i \cdot H^\delta \dots\dots\dots (10)$$

donde:

<i>U</i>	Utilidad del cazador
<i>i</i>	Costos de oportunidad del cazador e insumos necesarios para la cacería
δ	Eficiencia de los costos de oportunidad del cazador (H)

b) Aprovechamiento sustentable en la UMA

Para cada tamaño y estructura de la población, la UMA únicamente permitirá al cazador extraer un número determinado de ejemplares por temporada que mantenga a la población en equilibrio (es decir, el flujo neto de la población de venados deberá ser igual a cero).

$$\Delta N = \left[\min \left(1, Z^{\frac{1}{\alpha}} \right) (M - I) - \varphi \cdot H \right] \bar{N}_t \quad \text{cuando } \Delta \bar{N}_t = 0$$

c) Equilibrio ecológico de largo plazo

La biomasa vegetal residual en presencia de la población manejada de venado debe alcanzar el equilibrio (ya que los planes de manejo de la UMA se definen en el largo plazo), es decir, su flujo debe ser igual a cero.

$$\Delta B = r \left(1 - \frac{B_T - (\min(1, Z) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t)}{K} \right) (B_T - (\min(1, Z) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t)) \quad \text{cuando } \Delta B_T = 0$$

En un modelo económico completo deberían considerarse otras restricciones, de carácter exógeno, como las siguientes:

Competitividad económica de la UMA.

La UMA deberá ser competitiva respecto a las otras alternativas económicas a las que tiene acceso su propietario (p.ej. agricultura, ganadería, urbanización, etc.). Supongamos que el costo de oportunidad que la comunidad puede alcanzar al dedicar las tierras a estas otras alternativas es:

$$\text{costo de oportunidad} = p_K \cdot K + T$$

donde:

p_K	Precio por el bosque completo
T	Ingreso por renta de la tierra

La UMA maximiza su ingreso sujeto a que este sea mayor que su costo de oportunidad, es decir:

$$p\bar{V} \cdot \varphi \cdot H^* \cdot N_A^* + p_{SA} \cdot K - (p_\alpha \cdot \alpha^\beta + c_K \cdot K^\kappa) \geq p_K \cdot K + T$$

Demanda ambiental exógena

La calidad ambiental alcanzada por el ecosistema debe ser mayor a un valor determinado por el Estado.

$$B^* \geq \bar{B}$$

Sin embargo por razones de simplicidad no las consideraremos en este modelo que se centrará en la dinámica interna entre el agente y el principal.

8. Análisis y resultados del Modelo

El sistema biológico

Dadas las condiciones de sustentabilidad, el sistema de ecuaciones a resolver es:

$$\Delta N = \left[\min \left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t} \right)^{\frac{1}{\alpha}} (M - I) - \varphi \cdot H \right] \bar{N}_t$$
$$\Delta B = r \left(1 - \frac{B_T - \left(\min \left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t} \right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right)}{K} \right) \left(B_T - \left(\min \left(1, \frac{\gamma B_T}{\bar{R}_T \cdot \bar{N}_t} \right) \bar{R}_T \cdot \bar{N}_t \right) \right)$$

En la solución de este modelo consideraremos tres categorías de edad denominadas: *cervatillos*, *juveniles* y *adultos*³⁴. La categoría *cervatillos* abarca a los individuos de 0.5 hasta 1.5 años de edad. La categoría *juveniles* incluye a individuos desde 1.5 hasta 5.5 años de edad. La categoría *adultos* se consideran a partir de los 5.5 años en adelante.

Un primer problema a resolver es calcular los parámetros vitales para cada una de estas categorías. Esto se puede hacer a partir de la información generada por diversos autores. En el cuadro 8.1 se resumen los parámetros vitales para venados de distintas edades, incluyendo hembras y machos, desde los 0.5 hasta 9.5 años de edad.

³⁴ Debido a que los venados nacen durante el verano y se cazan en el invierno, la edad de los individuos se mide en medios años

Cuadro 8.1.- Valores de los parámetros vitales de la población de venado colablanca.

Edad en años	Fertilidad	notación	Probabilidad de supervivencia	notación
0.5	0	f_1	0.5	P_1
1.5	0.5	f_2	0.7	P_2
2.5	0.75	f_3	0.9	P_3
3.5	0.75	f_4	0.9	P_4
4.5	0.75	f_5	0.9	P_5
5.5	0.75	f_6	0.9	P_6
6.5	0.5	f_7	0.9	P_7
7.5	0.5	f_8	0.7	P_8
8.5	0	f_9	0.5	P_9
9.5	0	f_{10}	0.1	P_{10}

Construido con base en la información de: Carrillo, 1955; Leopold, 1959; Halls 1984; Gallina, en Vaughan, 1994; Galindo y Weber, 1998; Villarreal, 2003; Villarreal, 2006

A partir de este cuadro se pueden calcular los parámetros vitales de cada categoría de edad de la siguiente forma:

Cervatillos: Fertilidad: $f_1 = 0$
Probabilidad de sobrevivencia: $P_{cj} = P_1$

Juveniles: Fertilidad: $f_j = \frac{f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6}{5}$

La probabilidad de sobrevivencia en este grupo está compuesta por la probabilidad de quedarse en el mismo grupo llamada P_{jj} y la probabilidad de pasar al siguiente P_{ja}

$$P_{jj} = \frac{P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{5}$$

$$P_{ja} = \frac{P_6}{5}$$

Adultos: Fertilidad: $f_a = \frac{f_7 + f_8 + f_9 + f_{10}}{4}$

Probabilidad de sobrevivencia:

$$P_{aa} = \frac{P_7 + P_8 + P_9 + P_{10}}{4}$$

La Matriz de transición **M** queda entonces de la forma:

	<i>Cervatillos</i>	<i>Juveniles</i>	<i>Adultos</i>
<i>Cervatillos</i>	0	f_j	f_a
<i>Juveniles</i>	P_{cj}	P_{jj}	0
<i>Adultos</i>	0	P_{ja}	P_{aa}

Si sustituimos los valores del cuadro 7.1 en la matriz de transición **M** tenemos:

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.25 \\ 0.5 & 0.68 & 0 \\ 0 & 0.18 & 0.55 \end{bmatrix}$$

Para la solución del modelo supondremos que la cosecha cinegética de venados sólo incluirá individuos adultos, por lo que la matriz **H** con variable **h** tiene la forma:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h \end{bmatrix}$$

La matriz de identidad **I** tiene la forma:

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

El vector N_t tiene la forma:

$$\begin{bmatrix} n_c \\ n_j \\ n_a \end{bmatrix}$$

donde: n_i = número de individuos perteneciente a la categoría *i*.

El comportamiento dinámico de la Biomasa residual (neta del forrajeo anual de los venados) y el tamaño de la población de venados puede analizarse graficando la evolución de ambas variables con respecto al tiempo para distintos valores de la tasa intrínseca de crecimiento (r) y el factor de eficiencia nutricional (α).

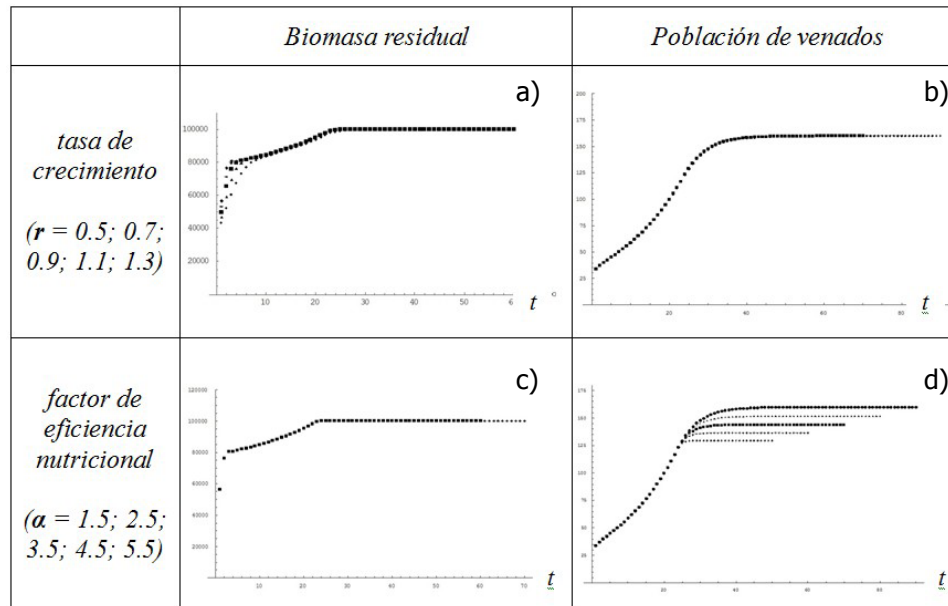


Figura 8.1.- Biomasa residual y población de venados respecto al tiempo (años) con distintos valores para la tasa intrínseca de crecimiento r (a y b) y el factor de eficiencia nutricional de la población de venados α (c y d).

En la figura 8.1 se observa que en conjunto el sistema alcanza un equilibrio en el que la biomasa residual **alcanza la capacidad de carga (K) a pesar del forrajeo**. El valor de equilibrio no depende de r (a). Afecta la trayectoria pero no el resultado final. La biomasa residual en equilibrio tampoco depende de α (c). La población de venados en equilibrio, por otra parte, tampoco es sensible a cambios de r (b), pero sí es sensible a diferentes valores de α (c), pasando de 120 venados con un α de 1.5 hasta más de 150 venados con un α de 5.5.

¿Cómo afecta el cambio de las variables de decisión de la UMA y del cazador (α , K y h) a la población de venados en equilibrio? Para responder a esta pregunta se realizaron experimentos virtuales, utilizando el programa Matemática. Se obtuvo el tamaño de la población de *cervatillos*, *juveniles*, *adultos* y *total* en equilibrio para cada una de las 120 combinaciones de los valores de las tres variables de decisión que se muestran en los Cuadros 8.1 y 8.2:

Cuadro 8.2.- Valores considerados para las variables de decisión α , K y h , en los experimentos de solución de equilibrio del sistema de ecuaciones.

Concepto	notación	Valor
Factor de ajuste de la población de venados	α	1
		3
		5
		7
Capacidad de carga del ecosistema	K	40,000
		50,000
		60,000
		70,000
		80,000
Esfuerzo de cacería	h	1
		3
		5
		7
		9
		11

El valor asignado a estas variables se eligió después de realizar experimentos conceptuales y observar que los efectos son visibles en estos rangos.

Cuadro 8.3.- Valores considerados para los parámetros en los experimentos de solución del sistema de ecuaciones.

Concepto	notación	Valor
Unidad de superficie		10 Km ²
Población inicial	N_t	12c; 18j; 0a
Peso de la población en Kilogramos	W_j	10c; 40j; 60a
Fertilidad de juveniles	f_j	0.7
Fertilidad de adultos	f_a	0.25
Probabilidad de supervivencia de cervatillos a juveniles	P_{cj}	0.5
Probabilidad de supervivencia de juveniles a juveniles	P_{jj}	0.68
Probabilidad de supervivencia de juveniles a adultos	P_{ja}	0.18
Probabilidad de supervivencia de adultos a adultos	P_{aa}	0.55
Proporción de la biomasa vegetal para alimento	γ	0.3
Biomasa vegetal total	B_T	50,000
Tasa intrínseca de crecimiento de la vegetación	r	1.3
Factor de efectividad de cosecha	φ	0.1

El valor estimado para estos parámetros se eligió tomando como referencia la información bibliográfica consultada, no corresponden a observaciones de campo en particular sino a generalizaciones.

A los resultados obtenidos de este experimento virtual se les aplicó una regresión lineal multivariada y se obtuvieron los estimadores de los coeficientes (β), su significancia y el ajuste del modelo (R^2). Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 8.4.- Valores de R^2 y de β , con su significancia estadística entre paréntesis, obtenidos a partir de las regresiones lineales al origen para las variables de decisión, α , K y h para cada categoría de edad y la población total de venados.

	R^2	$\beta \alpha$	βK	βh
Población Total	0.999	2.952 (0.000)	0.00132 (0.000)	- 0.172 (0.058)
Cervatillos	0.998	1.072 (0.000)	0.0004 (0.000)	0.130 (0.001)
Juveniles	0.998	1.451 (0.000)	0.0007 (0.000)	0.364 (0.000)
Adultos	0.985	0.431 (0.000)	0.0002 (0.000)	- 0.666 (0.000)

En el cuadro 8.4 podemos observar que existen diferencias significativas en el tamaño de la población total así como los tamaños poblacionales de cervatillos, juveniles y adultos al modificar α , K y h . La pendiente negativa de h nos dice que a mayor número de venados adultos cazados la población total disminuye.

Con base en lo anterior, se determina entonces que el tamaño de la *población total* en equilibrio tiene la forma:

$$N^* = 2.952\alpha + 0.00132K - 0.172h \quad \dots\dots\dots (1)$$

El número de *cervatillos* en equilibrio está dado por:

$$N_c^* = 1.072\alpha + 0.0004K + 0.130h \quad \dots\dots\dots (2)$$

El número de *juveniles* en equilibrio está dado por:

$$N_j^* = 1.451\alpha + 0.0007K + 0.364h \quad \dots\dots\dots (3)$$

El número de *adultos* en equilibrio está dado por r:

$$N_A^* = 0.431\alpha + 0.0002K - 0.666h \quad \dots\dots\dots (4)$$

El sistema económico

El haber resuelto el sistema biológico en equilibrio nos permite reformular nuestro problema económico original. Las restricciones 2 y 3 quedan transformadas, por lo que el sistema ahora es:

$$\max_{K, \alpha} (pV_A \cdot \varphi \cdot h^* \cdot N_A^* + p_{SA} \cdot K) - (p_\alpha \cdot \alpha^\beta + c_K \cdot K^\kappa) \dots\dots\dots (5)$$

donde el vector \vec{pV} tiene la forma:

$$pV = [pV_C \quad pV_J \quad pV_A]$$

donde:

pV_C	Precio por venado cría
pV_J	Precio por venado juvenil
pV_A	Precio por venado adulto

sujeto a:

a) Compatibilidad de incentivos entre la UMA y el cazador

$$h^* = h^*(\alpha, K) = \max_h (U - pV_A)(\varphi \cdot h \cdot N_A^*) - i \cdot h^\delta \dots\dots\dots (6)$$

b) Aprovechamiento sustentable en equilibrio

$$N_A^* = 0.431\alpha + 0.0002K - 0.666h \dots\dots\dots (1)$$

La solución de este problema implica un juego entre la UMA (principal) y el cazador (agente). La UMA busca maximizar sus beneficios (ingresos totales – costos totales) considerando, por una parte, las decisiones de cosecha que toma el cazador para maximizar su utilidad neta y dos, las restricciones de sustentabilidad, tanto para la vegetación como para la población de venados.

El problema del Agente

Primero se resuelve el problema del agente para obtener su función de esfuerzo óptimo como reacción a las variables de decisión de la UMA. Es decir, se resuelve el problema:

$$h^* = h^*(\alpha, K) = \max_h (U - pV_A)(\varphi \cdot h \cdot N_A^*) - i \cdot h^\delta \dots\dots\dots (6)$$

$$N_A^* = 0.431\alpha + 0.0002K - 0.666h \dots\dots\dots (1)$$

Por sencillez, consideraremos los siguientes valores paramétricos donde φ retoma la efectividad de la tecnología de caza y δ refleja la existencia de costos de oportunidad crecientes para el cazador:

$$\varphi = 0.1$$

$$\delta = 2$$

La solución de este problema de maximización se obtiene derivando la función objetivo del cazador con respecto a h (la variable de decisión del cazador), igualando el resultado a cero y despejando h . Siguiendo el procedimiento, se obtiene el esfuerzo de reacción de cazador:

$$h^*(\alpha, K) = \frac{0.0431\alpha \cdot pV_A + 0.00002K \cdot pV_A - 0.0431\alpha \cdot U - 0.00002K \cdot U}{-2i + 0.1332pV_A - 0.1332U} \dots\dots\dots (7)$$

El problema de la UMA

El problema de la UMA ahora es:

$$\max_{K, \alpha} (pV_A \cdot \varphi \cdot h^* \cdot N_A^* + p_{SA} \cdot K) - (p_\alpha \cdot \alpha^\beta + c_K \cdot K^\kappa) \dots\dots\dots (5)$$

sujeto a:

$$1.- h^*(\alpha, K) = \frac{0.0431\alpha \cdot pV_A + 0.00002K \cdot pV_A - 0.0431\alpha \cdot U - 0.00002K \cdot U}{-2i + 0.1332pV_A - 0.1332U} \dots\dots\dots (7)$$

$$2'.- N_A^* = 0.431\alpha + 0.0002K - 0.666h \dots\dots\dots (1)$$

De nuevo por sencillez supondremos que:

$$\beta = 2$$

$$\kappa = 2$$

β refleja la capacidad de adecuación y κ la existencia de costos crecientes a escala por conservar el bosque.

Para obtener la solución, se deriva la función objetivo de la UMA respecto a α y K (que son las dos variables de decisión que tiene el principal para invertir: mejorar su población de venados vía α y/o mejorar su biomasa total vía K). El resultado (un sistema de dos ecuaciones) se iguala a cero para conocer los valores de α^* y

K^* deseados por la UMA. Estos, al ser valores óptimos, sólo dependen de las siguientes variables exógenas:

parámetro	notación
Precio por venado adulto	pV_A
Pago por servicios ambientales	p_{SA}
Precio por mejorar la población de venados	p_u
Costo por mejorar la calidad del hábitat	c_K
Utilidad exógena del cazador	U
Costo de oportunidad más insumos del cazador	i

Al sustituir estos valores de α^* y K^* en $h^*(\alpha, K)$, obtenemos el esfuerzo óptimo de cazador h^{**} , que queda en términos de los parámetros exógenos:

parámetro	notación
Utilidad exógena del cazador	U
Precio por venado adulto	pV_A
Costo de oportunidad más insumos del cazador	i

Este valor de h^{**} se sustituye ahora en el problema biológico, para determinar los valores óptimos en equilibrio de la biomasa residual y el tamaño de la población:

$$B_{opt} = K^* \dots\dots\dots (8)$$

$$N_{opt} = 2.952\alpha^* + 0.00132K^* - 0.172h^{**} \dots\dots\dots (9)$$

Dinámica comparada

En esta sección se muestra el resultado en gráficas (debido a que por la naturaleza de las ecuaciones no fue posible obtener resultados cerrados) de un conjunto de experimentos sobre los valores óptimos a partir de cambios en los parámetros exógenos en rangos definidos (cuadro 8.5).

Cuadro 8.5.- Rangos experimentales para los parámetros del modelo en una superficie de 10 Km² por un año.

<i>parámetro</i>	<i>notación</i>	<i>rango</i>
Precio por venado adulto	pV_A	\$20,000 a \$60,000
Pago por servicios ambientales	P_{SA}	3 a 5
Precio por mejorar la población de venados	p_α	\$10,000 a \$30,000
Costo por mejorar la calidad del hábitat	c_K	0.00003 a 0.00005
Utilidad del cazador	U	\$60,000 a \$150,000
Costo de oportunidad más insumos del cazador	i	\$10,000 a \$60,000

Estos valores se establecieron después de identificar el orden de magnitud en el cual se observaba un efecto sobre las variables de interés (α y κ) al tiempo que coincidiera, para todos los parámetros al mismo tiempo, con los valores que se conocen en el mercado con base en la siguiente información:

- pV_A : El precio por venado puede variar, según los prestadores de servicios cinegéticos consultados, entre 4 mil y 80 mil pesos. Se eligió utilizar el rango de 20 a 60 mil pesos.

- P_{SA} : El pago por servicios ambientales que otorga la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR³⁵) es, en promedio, 7.5 salarios mínimos (vigentes para el Distrito Federal) por hectárea, por año. De acuerdo a la forma en que está construido el modelo, al usar un factor de multiplicación entre 3 y 5 se obtienen montos similares a los establecidos por la CONAFOR³⁶.

- p_α : El precio por mejorar la población de venados se calculó con base en el precio promedio³⁷ del alimento utilizado como suplemento que es³⁸ de \$5.00 por Kg. es decir, 3% del peso promedio de un venado multiplicado por el precio por Kilo que a su vez se multiplica por 365 días del año. Al monto anterior se le suma el salario del personal que suministre el alimento por un año.

³⁵ Los apoyos van de 6.5 a 8.5 por diferentes conceptos. Disponible en: www.conafor.gob.mx (PRÓARBOL)

³⁶ Si tomamos la vigencia para 2007 del salario mínimo: \$50.57 (disponible en: www.sat.gob.mx), el ingreso promedio anual por servicios ambientales para 1 km² sería de \$37,927.50

³⁷ Precio promedio de marcas comerciales de alimento para venado.

³⁸ Para agosto de 2007.

- c_K : Para que el costo por mejorar la calidad del hábitat (ejemplo: reforestación: costo de árboles más la mano de obra) se acercara a los referentes del mercado, se requirió un factor entre 3 a 5×10^{-5} .

- U : La utilidad del cazador se estimó considerando el gasto en el que el cazador está dispuesto a incurrir según los cazadores y prestadores de servicios consultados.

- i : El costo de oportunidad más insumos del se calculó considerando el ingreso mensual promedio por actividad productiva y el costo del equipo de cacería como ropa, zapatos, armas, municiones, etc.

Como se ha descrito, el principal (la UMA) tiene dos opciones (variables de control) para maximizar su beneficio:

- Invertir en mejorar la capacidad de carga del ecosistema K a través de c_K
- Invertir en mejorar la población de venados α a través de p_α

Veamos a continuación el comportamiento de los diferentes parámetros sobre:

- a) la capacidad de carga del ecosistema K
- b) la eficiencia nutricional del venado α .

Para las gráficas, se eligió arbitrariamente el valor intermedio de los parámetros dentro de los rangos establecidos y descritos anteriormente.

Restauración de la capacidad de carga del ecosistema (K)

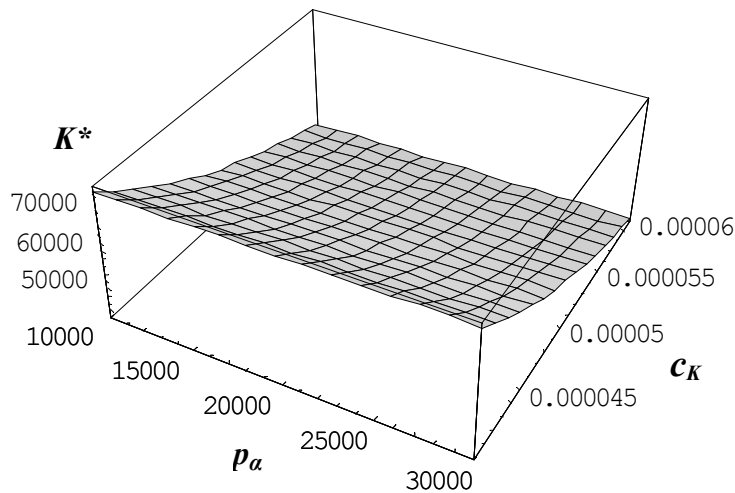


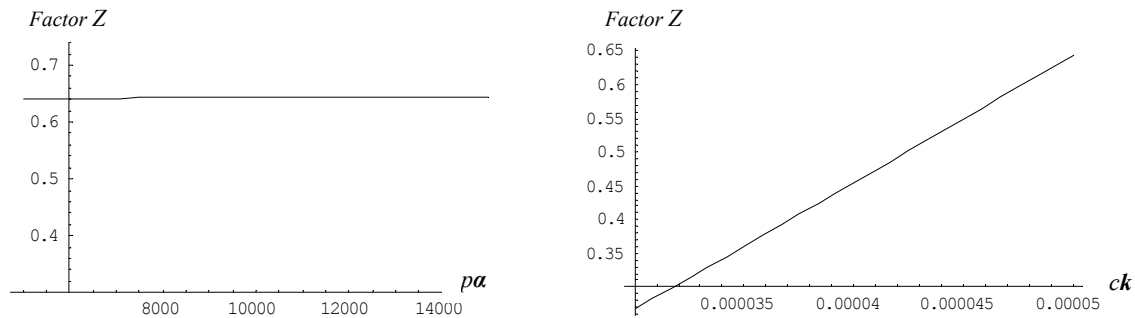
Figura 8.2.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto a p_α y c_K donde: $pV_A = \$40,000$; $P_{SA} = 4$; $U = \$100,000$; $i = \$30,000$

En la figura 8.2 se observa el cambio de la capacidad de carga del ecosistema (K^*) respecto a los precios de las variables de control del principal (UMA): precio por mejorar la población de venados (p_α) y costo por mejorar la calidad del hábitat (c_K).

Como se aprecia, el cambio de p_α tiene un impacto marginal sobre la calidad óptima del ecosistema. Ello se debe a que la disminución en α inducido por el aumento de su precio sólo modifica marginalmente el tamaño de la población de venados ya que el impacto directo sobre el tamaño de la población se verá compensado por un proceso de retroalimentación negativa: la disminución de la población provocada por disminuir la eficiencia nutricional (figura 8.6) disminuye el esfuerzo del cazador lo que a su vez aumentará la población de venados encontrando un nuevo equilibrio sin modificarse la capacidad de carga. La UMA, por lo tanto, no tendría incentivos para reducir la calidad del ambiente.

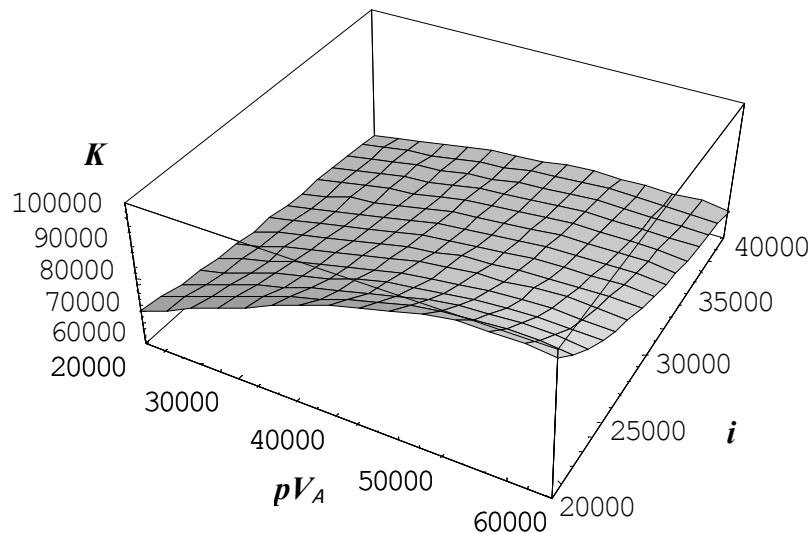
En cambio, un aumento en c_K sí disminuirá la calidad del hábitat deseada por la UMA. Es decir, mientras más costosas sean las acciones de mejoramiento del ecosistema, menor será la calidad de hábitat buscada.

A la reducción de K^* acompañará una reducción relativamente menor en la población óptima de venados, lo que aumentará Z , es decir, la población de venados tendrá más satisfechos sus requerimientos. Ello queda claro en la figura 8.3 que muestra la relación que guardan p_α y c_K respecto al factor Z (satisfacción del requerimiento alimenticio de los venados).



*Figura 8.3.- Cambio en el factor Z respecto a p_{α} y c_K
donde: $pV_A = \$6,000$; $P_{SA} = 5$; $U = \$150,000$; $i = \$6,000$*

En complemento con la figura 8.2, en esta figura (8.3) se aprecia que el aumento en el precio de la eficiencia nutricional tiene un impacto marginal sobre la satisfacción de los requerimientos nutricionales de los venados pues darles de comer con alimento suplementado no modifica la satisfacción de sus requerimientos (ya satisfechos) y la capacidad de carga del ecosistema sólo se modifica marginalmente.



*Figura 8.4.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto al precio por venado pV_A y el costo de oportunidad del cazador i ,
donde: $c_K = 0.00004$; $P_{SA} = 4$; $p_{\alpha} = \$10,000$; $U = \$100,000$.*

La figura 8.4 muestra que los incentivos económicos que genera la cacería tienen un impacto positivo en la calidad del ecosistema pues a mayores precios de cacería, la calidad del bosque que buscará la UMA será mayor. Este aumento, sin embargo, va siendo cada vez menor, ya que también supone un desestímulo para el cazador y reduce su esfuerzo óptimo. Pareciera, pues, preferible disminuir el costo de oportunidad del cazador, ya que esto aumentará el esfuerzo del cazador y por ello el incentivo de la UMA para aumentar **K**.

En la siguiente figura (8.5) se observa que la calidad del bosque que la UMA buscará será mayor conforme la utilidad exógena del cazador aumente pues éste aumentará su esfuerzo óptimo y por lo tanto la demanda de venados para lo cual la UMA deberá sostener una mejor calidad del hábitat. La UMA además recibirá mayor pago por servicios ambientales conforme la **K** sea mayor. Esto resulta un incentivo económico adicional para mejorar la calidad del bosque.

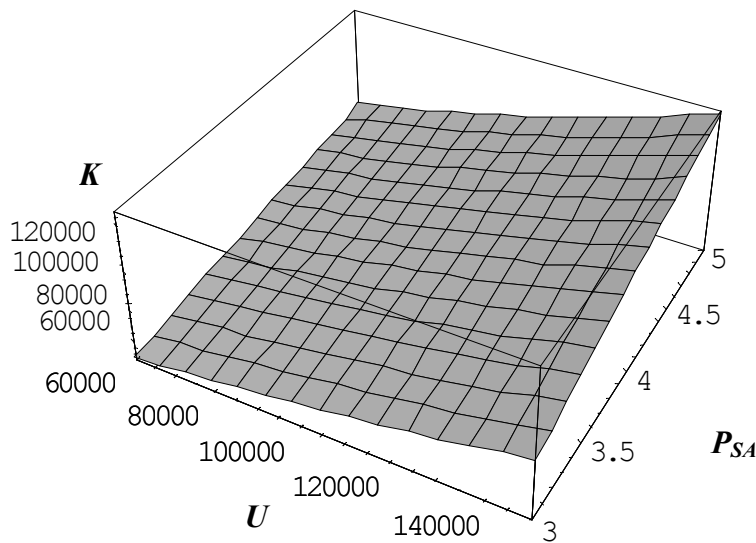


Figura 8.5.- Cambio en la capacidad de carga óptima del ecosistema respecto a la utilidad del cazador U y el pago por servicios ambientales P_{SA} donde: $p_{VA} = \$40,000$; $p_a = \$10,000$; $c_K = 0.00004$; $i = \$30,000$

Eficiencia nutricional del venado (α)

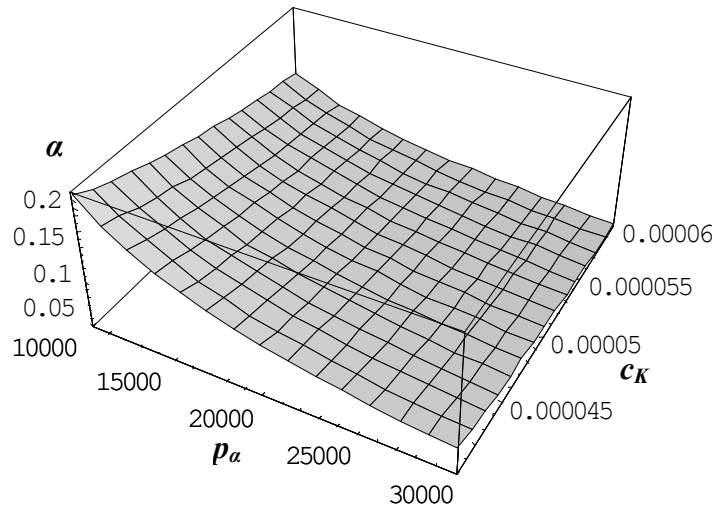


Figura 8.6.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto a ρ_α y c_K
donde: $\rho V_A = \$40,000$; $P_{SA} = 4$; $U = \$100,000$; $i = \$30,000$

La figura 8.6 nos muestra que el incentivo por invertir en la eficiencia nutricional de los venados se verá disminuido conforme aumente el precio de ρ_α . Ello ocasionará que la población de venados disminuya y por lo tanto el esfuerzo óptimo del cazador. Al disminuir el esfuerzo de caza, la población aumentará hasta encontrar un nuevo equilibrio sin que la capacidad de carga del ecosistema se vea afectada (figura 8.2).

También podemos observar que conforme c_K aumenta la α disminuirá. Esto se debe a que el aumento de c_K disminuye K (figura 8.2), lo que sostendrá una población menor de venados que ocasionará que Z aumente y por lo tanto la UMA no tenga incentivos para invertir en α .

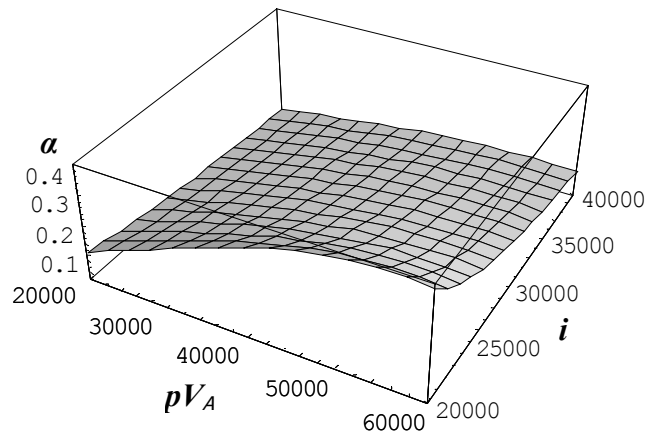


Figura 8.7.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto al precio por venado pV_A y el costo de oportunidad del cazador i donde $c_K= 0.00004$; $P_{SA}= 4$; $p_\alpha= \$10,000$; $U= \$100,000$.

Al igual que en el caso de la calidad ambiental (figura 8.4), los incentivos económicos de la cacería tienen un impacto positivo para mejorar la eficiencia nutricional de los venados (figura 8.7). Sin embargo un alto precio en el venado aumenta los costos de oportunidad del cazador y ocasiona una disminución en el esfuerzo óptimo, lo que disminuye también el incentivo por mejorar la eficiencia nutricional.

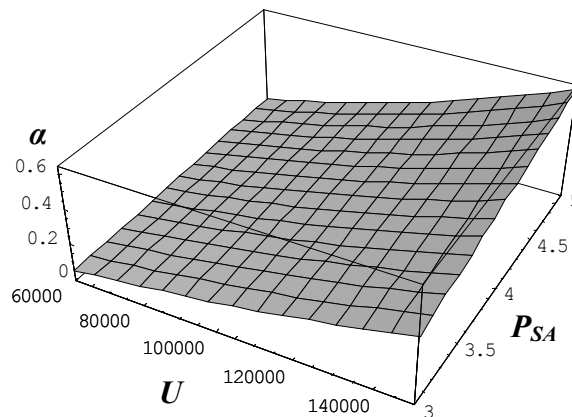


Figura 8.8.- Cambio en la eficiencia nutricional del venado α respecto a la utilidad del cazador U y el pago por servicios ambientales P_{SA} donde: $pV_A= \$40,000$; $p_\alpha= \$10,000$; $c_K= 0.00004$; $i= \$30,000$

La figura 8.8 muestra que conforme aumente la utilidad exógena del cazador la UMA tendrá incentivos de mejorar la eficiencia nutricional porque el cazador aumentará su esfuerzo óptimo, demandando más venados. Finalmente, el pago por servicios ambientales aumenta α como consecuencia de mejorar la calidad del hábitat (figura 8.5).

9. Conclusiones del Modelo

El sistema de ecuaciones que describe el flujo de la biomasa residual (neta del forrajeo anual de los venados) alcanza un equilibrio que no depende de la tasa intrínseca de crecimiento de la vegetación ni del factor de eficiencia nutricional del venado.

El tamaño de la población total de venados en equilibrio no es sensible a los cambios en la tasa intrínseca de crecimiento de la vegetación pero sí lo es a la eficiencia nutricional del venado, pues a mayor eficiencia, mayor población total de venados en equilibrio.

Las variables de decisión sobre las que influye la UMA venadera para determinar el tamaño de la población de venados y la calidad de su bosque son: la eficiencia nutricional del venado y la capacidad de carga del ecosistema. La población total de venados será sensible a la capacidad de carga del ecosistema decidida por la UMA de la forma: a mayor capacidad de carga, mayor población de venados en equilibrio para todas sus categorías, es decir, mayor número de cervatillos, de juveniles y de adultos. La relación con la eficiencia nutricional del venado también será positiva.

La población de venados óptima es sensible también a los diferentes esfuerzos de cacería que se realicen en la población de adultos. A mayor esfuerzo de caza, mayor número de cervatillos y de juveniles pero menor número de adultos, por lo que la población total disminuirá.

Una vez tomadas las decisiones óptimas de los agentes económicos (UMA y cazador), la biomasa residual y el tamaño de la población total de venados en equilibrio alcanzan valores que dependen de estas decisiones de manera lineal. En particular, para los parámetros utilizados en nuestro ejemplo, obtuvimos:

$$B_{opt} = K^* \quad y \quad N_{opt} = 2.952\alpha^* + 0.00132K^* - 0.172H^{**}$$

El aumento en los costos para mejorar la población de venados a través de incrementar la eficiencia nutricional disminuye el incentivo por invertir en ella disminuyendo la población de venados y por lo tanto el esfuerzo del cazador. Este aumento de costos afecta sólo marginalmente a la capacidad de carga del ecosistema óptima buscada por la UMA.

En cambio el incremento en el costo por mejorar la capacidad de carga provoca una disminución en la calidad del hábitat buscada, lo que ocasiona una disminución en la población óptima de venados de tal forma que aumentará la proporción satisfecha de sus requerimientos nutricionales, por lo que el nivel de eficiencia nutricional óptimo también disminuirá.

Es claro que la actividad de cacería en el modelo descrito brinda incentivos para la restauración ecológica. A mayor precio por venado cazado la UMA invertirá en obtener una mayor calidad de hábitat y lograr un mayor nivel de eficiencia nutricional. Los recursos económicos necesarios para realizar las acciones de restauración ecológica se obtienen de vender los servicios de cacería.

Sin embargo los precios no pueden aumentar indefinidamente, al hacerlo se incrementan los costos de oportunidad del cazador y en consecuencia disminuye su esfuerzo óptimo, reduciendo así el incentivo para la UMA. Por ello la hipótesis, como fue planteada en este trabajo es falsa.

Se encontró que los precios del venado son exógenos y están determinados por el mercado y además varían de acuerdo a las subespecies, por lo tanto será necesario reforzar las acciones de vigilancia y trabajar en la sensibilización de los dueños de las UMAs para evitar la traslocación de especies mejor cotizadas (como el venado texano o el de coues). Se deberá aprovechar únicamente la subespecie local y buscar obtener ingresos adicionales por otras vías. Para el caso de las UMAs del centro y sur del país, donde las subespecies no son tan cotizadas como las del norte, esto significa mejorar el servicio de hospedaje y alimentación para los cazadores y reforzar las actividades productivas no extractivas y sustentables como el ecoturismo asociado a la cacería.

En otras palabras, la UMA sólo buscará una mejor calidad del hábitat y la restauración ecológica en tanto se mantenga un equilibrio entre los incentivos de los dos actores económicos (UMA y cazador). Para ello se deben favorecer políticas de apoyo a la cacería y buscar disminuir los costos de oportunidad para el cazador, así como facilitar el pago por servicios ambientales y disminuir los costos por mejoramiento del ambiente.

Para el caso del Corredor Biológico del Chichinautzin, donde existen bosques fragmentados, el esquema de UMA cinegética venadera puede considerarse como una alternativa que genere los incentivos económicos para la restauración de las

poblaciones de venado, y del bosque donde habita, a través de la venta de los servicios de cacería con las consideraciones mencionadas en el párrafo anterior. Se recomienda enfocar los esfuerzos en un diseño regional.

Para el caso de las UMAs del norte del país donde se ha privilegiado aumentar la población de venados, en ocasiones a costa de la calidad ambiental, la alternativa que se ofrece con este trabajo es, igualmente, que los esfuerzos se dirijan hacia disminuir los costos por mejoramiento del hábitat, obtener el pago por servicios ambientales, disminuir el costo de oportunidad del cazador y que el precio por venado no exceda los 40 mil pesos.

El modelo aquí desarrollado es general y puede ser útil para otras regiones o ecosistemas así como para otras especies susceptibles de aprovechamiento cinegético. Es absolutamente mejorable, sin embargo su mayor fortaleza consiste en ser un primer acercamiento a la descripción y análisis de la estrategia de aprovechamiento cinegético para fines de restauración ecológica. Permite hacer evidente las relaciones entre las variables de decisión con sus consecuencias.

Como modelo que es, tiene muchas limitaciones y los resultados obtenidos deben ser consideradas nuevas hipótesis de trabajo. En esta ocasión se han utilizado poblaciones en equilibrio y sólo algunos parámetros y rangos para conocer como se comporta el modelo para describir la realidad. Para futuros estudios pueden incluirse muchos otros aspectos como son los factores estocásticos en los parámetros vitales y ambientales que generen que nunca se logre la densa dependencia demográfica ambiental y no se logren equilibrios. Puede también explorarse su comportamiento incluyendo no linealidad, metapoblaciones y heterogeneidad ambiental. También podrían desarrollarse modelos que describan a los individuos de las poblaciones puesto que estas especies tienen poblaciones complejas.

En la parte económica podrían considerarse aspectos económicos estocásticos y en lugar de un juego de agente principal se podría utilizar un modelo de negociación entre dos actores, o entre n actores, para lograr capturar la competencia entre cazadores. Podría hacerse inter temporal para conocer la evolución en el tiempo y hacerlo sin equilibrios. Sin embargo, deberá considerarse la complejidad que todo ello generará en los sistemas de matrices para resolver el modelo.

Este trabajo es un inicio que espero sea útil y contribuya a los esfuerzos de restauración ecológica de México.

Bibliografía Consultada

- Acosta, J. 1993. La alimentación en Cautiverio. Primer ciclo Internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio de pequeños herbívoros salvajes. *en*: Memorias del p. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C. (AMENA).
- Alcérreca, C. y F. Mata. 1999. Los ciervos de México. Biodiversitas 23. Conabio. México
- Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México, D. F.
- Alverson, W. S., D. M. Waller, S. L. Solheim. 1988. Forest too deer: Edge Effects in Northern Wisconsin. *Conservation Biology* 2 (4): 348-358.
- AMENA, 1995. 2ndo ciclo Internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio. AMENA (Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.)
- Ángeles. E. 1998. Bases para la restauración del estrato arbóreo de los bosques mixtos templados. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, México. 212 pp.
- Arceo, G., S. Mandujano, S. Gallina y L. Pérez Jiménez. XXXX. Seasonal variation in foraging habits of white-tailed deer in a Mexican tropical forest. Manuscrito enviado al *Journal of tropical ecology*.

- Armas-Bautista, M. E., S. Rangel-Landa, L. Téllez-García, I. Díaz-Pacheco, A. Rodríguez-Rentería, S. Gómez-Morales, P. G. Martínez-Gutiérrez y S. de Haro-Guijarro. 2007. UMAs Ichamio, inicio del camino: El proceso de una alternativa productiva y de conservación. Presentación en el V Foro Regional para la Conservación y Manejo Productivo del Venado Colablanca. Morelia, Michoacán, México.
- Armesto, J. J., S. Bautista, E. Del Val, B. Ferguson, X. García, A. Gaxiola, H. Godínez-Álvarez, G. Gann, F. López-Barrera, R. Manson, M. Núñez-Ávila, C. Ortiz-Arrona, P. Tognetti y G. Williams-Linera. 2007. Towards an ecological restoration network: reversing land degradation in Latin America. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 5(4):1001-1004.
- Augustine, D. J. y P. Jordan. 1998. Predictors of white-tailed deer grazing intensity in fragmented deciduous forests. *The Journal of Wildlife Management* 62 (3):1076-1085.
- Ávila-Foucat, V. S., F. Ramírez, F. Chillopa. 2007. El turismo cinegético en México. *en: Turismo, Pobreza y Territorio en América Latina*. Universidad de Externado de Colombia.
- Brañes, R. 2000. Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Fondo de Cultura Económica. México
- Carrillo, Clemente. 1955. Contribución a la biología del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en México. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Licenciatura.
- Ceballos, G. G. & C. G. Leal. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Limusa. México. 254-256 pp.
- Cienfuegos-Rivas, E. G. 2002. Estudio de ADN para definir subespecies de venado cola blanca en la región "Llanura Costera del Golfo" del Noreste de México. Presentación del Cuarto Seminario sobre Venado Cola Blanca. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, ANGADI, Criadores de Fauna Delegación Nuevo León y Consorcio Técnico del Noreste de México A. C. (organizadores). México.
- Clemente, F. 1995. Conceptos básicos de alimentación de herbívoros silvestres en cautiverio. Pp. 44-53. *en: Memorias del segundo ciclo internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio*. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C. AMENA.

- Clewell, A., J. Rieger, J. Munro. 2005. Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects. Society for Ecological Restoration International. 2nd edition.
- Coates-Estrada R. y A. Estrada 1986. Manual de Identificación de Campo de los Mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas". Universidad Nacional Autónoma de México. 151 p.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población. 2007. Indicadores Demográficos Básicos 1990-2050 disponible en: www.conapo.gob.mx
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2007. disponible en: www.conanp.gob.mx
- Côte, S. D., T. P. Rooney, J. P. Tremblay, C. Dussault y D. M. Waller. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 35:113-147
- Cruz, L. 2004. Densidad de población del venado colablanca (*Odocoileus virginianus*) en el Ejido Pitzotlán, Tepalcancingo, Morelos. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Daily, G. 1997. Introduction: What are the Ecosystem Services. *en* Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press. Gretchen C. Daily editor.
- Davis, M., y L. Slobodkin. 2004. The Science and Values of Restoration Ecology. *Restoration Ecology*. 12(1): 1-3.
- Dobson, A., A. Bradshaw, A. Baker. 1997. Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology. *Science*. 277: 515-522.
- Douglas, T. 2001. Ecological Restoration Guidelines for British Columbia. Forest Renewal B. C. y Ministry of Water, Land and Air Protections. Biodiversity Branch. B. C. Canadá.
- Ehrenfeld, J. 2000. Defining the Limits of Restoration: the Needs for Realistic Goals. *Restoration Ecology*. 8(1):2-9.
- Fabian, J., A. Chacon, J Villarreal, J Lozada. 2007. Venado Cola Banca, el de la cornamenta regia. *Especies. Naturalia*. jul-agos.

- Fernández, A. J. Martínez y P. Osnaya. 2003. Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002. Instituto Nacional de Ecología. ISBN: 968-817-600-1
- Folliott, P. y S. Gallina, (eds.). 1981. Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America. Instituto de Ecología, A.C., México, D. F. 238 pp
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1994. Translocation of deer subspecies: reproductive implications. *Wildlife Society Bulletin* 22(1):117-120
- Galindo-Leal, C., Weber. M. 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, Manejo y Conservación. EDICUSA-CONABIO. México.
- Gallina, S. 1994. Dinámica poblacional y manejo de la población de venado colablanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. *en: Ecología y Manejo del venado colablanca en México y Costa Rica*. Christopher Vaughan, Miguel Harnández, editores. Heredia, C. R. EUNA.
- Gallina, S. 1994. Uso del hábitat por el venado colablanca en la Reserva de la Biosfera La Michilía, México. *en: Ecología y Manejo del venado colablanca en México y Costa Rica*. Christopher Vaughan, Miguel Hernández, editores. Heredia, C. R. EUNA.
- Gallina, S. 2002. Ámbitos hogareños del venado en diversos tipos de ecosistemas. Presentación del Cuarto Seminario sobre Venado Cola Blanca. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, ANGADI, Criadores de Fauna Delegación Nuevo León y Consorcio Técnico del Noreste de México A. C. (organizadores). México.
- García-Marmolejo, G. 2005. Caracterización y Sustentabilidad de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre en Campeche. Tesis. El Colegio de la Frontera Sur.
- Gayton, D. V. 2001. Ground Work: Basic Concepts of Ecological Restoration in British Columbia. Southern Interior Forest Extension and Research Partnership, Kamloops, B. C. Canada. SIFERP Series 3.
- González, A. J. Lobato, A. Velázquez y A. Torres. 2003. El manejo del venado cola blanca: la experiencia de una comunidad indígena para el manejo y uso sustentable de la vida silvestre *en: Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales*. Velásquez, A., A. Torres y G. Bocco compiladores. INE. México.

González, A. y H Cavazos. Fauna Silvestre Especies Cinegeticas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Disponible en: <http://fmvz.uat.edu.mx/fauna/archivos/doc10.htm>

Guajardo, R y A. Martínez. 2004. Cuantificación del Impacto Económico del aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre en el Norte de México. - Caza deportiva: una alternativa para impulsar el desarrollo regional y promover la conservación de los ecosistemas. Editores: Universidad Autónoma de Nuevo León, Consejo Estatal de Flora y Fauna de Nuevo León. ANGADI, Instituto Coahuilense de Ecología y SEMARNAT. México.

Halls, L. (editor and compiler). 1984. White-Tailed Deer, Ecology and Management. A wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. EEUU.

Halls, L. 1978. White-tailed deer. *en*: Schmidt, J y G. Douglas (editor and compiler). Big game of North America, Ecology and Managment. Stackpole Books. EEUU.

Higgs, E. 1997. What is Good Ecological Restoration? *Conservation Biology*. 11(2):338-348.

Holl, K. D. y E. E. Crone. 2004. Applicability of landscape and island biogeography theory to restoration of riparian understorey plants. *Journal of Applied Ecology*. 41:922-933.

Holl, K. D., E. E. Crone y C. B. Schultz. 2003. Landscape restoration: moving from generalities to methodologies. *BioScience*. 53:491-502.

Holl, K. D., M. E. Loik, E. H. V. Lin e I. A. Samuels. 2000. Tropical Montane Forest Restoration in Costa Rica: Overcoming Barriers to Dispersal and Establishment. *Restoration Ecology*. 8(4):339-349.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002. Morelos, Perfil Sociodemográfico, XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Janzen. D. 1998. Tropical Ecological and Biocultural Restoration. *Policy Forum. Science*. 239:243-244

Jensen, A. 2000. Sex and age structures matrix model applied to harvesting a white tailed deer population. *Ecological Modelling* 128:245-249.

Katz, E. 1991. The Ethical Significance of Human Intervention in Nature. *Restoration & Management Notes*. 9(2):90-96.

- Kobelkovsky-Sosa, R., F. C. Sánchez, G. D. Mendoza-Martínez, J. G. Herrera-Haro, J. Gallegos-Sánchez y Jorge Palacio Núñez. 2000. Evaluación del hábitat y estructura de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. Tesis. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.
- Leopold, A. S. 1959. Fauna Silvestre de México. Editorial Pax México. Segunda edición, 2000. Título original; Leopold, A. S. Wildlife of México. University of California Press.
- Leopold, A. S. 1972. Wildlife of México. University of California Press. 568 pp.
- Logan-López, K., E. Cienfuegos-Rivas, F. Clemente-Sánchez, G. D. MendozaMartínez, A. M. Sifuentes-Rincón y L. A. Tarango-Arámbula. 2006. Caracterización morfométrica de cuatro subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona Noreste de México. Revista Científica, FCV-LUZ. XVI (1):14-22.
- LoGiudice, K., R. S. Ostfeld, K. A. Schmidt y F. Keesing. 2003. PNAS 100 (2):567-571.
- Lozada, J. 1995. Criterios para el diseño de comederos *en*: 2ndo ciclo Internacional de conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio. 31 de marzo de 1995. AMENA (Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.)
- Mandujano, S. 1989. Conocimiento sobre el venado colablanca en una comunidad maya yucatanense: evidencia etnobiologica preliminar *en*: Memorias del III Simposio sobre venados en México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 20 (1): 211-251.
- Mandujano, S. y S. Gallina, 1995. Disponibilidad de agua para el venado colablanca en un bosque tropical caducifolio de México. Vida Silvestre Neotropical 4 (1 y 2): 107-118.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1993. Densidad del venado colablanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 56: 1-37.
- Martínez, M. L., R. H. Manson, P. Balvanera, R. Dirzo, J. Soberón, L. García-Barríos, M. Martínez-Ramos, P. Moreno-Casasola, L. Rosenzweig y J. Sarukhán.

2006. The evolution of ecology in México: facing challenges and preparing for the future. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 4(5):259-267.
- Medellín, L. R. A. 2005. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Proyecto U020. México.
- Medina, G. y A. Martínez. 1989. Aspectos generales de los cérvidos del mundo, con relación al potencial de México en el aprovechamiento de venados autóctonos. *en: Memorias del III Simposio sobre venados en México*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Medina, S. 2007. Evaluación del uso de hábitat por el venado de Coues como herramienta para la protección de la especie en Aguascalientes. Presentación en el V Foro Regional para la Conservación y Manejo Productivo del Venado Colablanca. Morelia, Michoacán, México.
- Méndez, E. 1984. México and Central América *en: Halls, L. (editor and compiler). White-Tailed Deer, Ecology and Management. A wildlife Management Institute Book*. Stackpole Books. EEUU.
- Moreno-Talamantes, A. 2002. Preferencia de hábitat del venado cola blanca en matorrales xerófilos de Nuevo León. Presentación del Cuarto Seminario sobre Venado Cola Blanca. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, ANGADI, Criadores de Fauna Delegación Nuevo León y Consorcio Técnico del Noreste de México A. C. (organizadores). México.
- Noble, I. y R. Dirzo. 1997. Forest as Human-Dominated Ecosystems. *Science*. 277: 522.
- Nyberg, B. 1999. An introductory guide to adaptive Management. Ministry of Forests, Forest Practices Branch, Victoria, B.C. Canada.
- Ostfeld, R. S., Felicia Keesing. 2000. Biodiversity and Disease Risk: the Case of Lyme Disease. *Conservation Biology* 14 (3):722–728.
- Owen-Smith, R. 1992. Megahervíbores. Cambridge University Press. Inglaterra. 370 pp.
- Palacio-Prieto, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. F. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria, L. Luna-González, G. Gómez-Rodríguez, J. López-García, M. Palma-Muñoz, I. Trejo-Vázquez, A. Peralta-Higuera, J. Prado-Molina, A. Rodríguez-Aguilar, R. Mayorga-Saucedo, F. González-Medrano. 2000. La condición

actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 43:183-203.

Palmer M. A., E. S. Bernhardt, E. A. Chornesky, S. L. Collins, A. P. Dobson, C. S. Duke, B. D. Gold, R. B. Jacobson, S. E. Kingsland, R. H. Kranz, M. J. Mappin, M. L. Martínez, F. Micheli, J. L. Morse, M. L. Pace, M. Pascual, S. S. Palumbi, O. J. Reichman, A. R. Townsend y M. G. Turner. 2005. Ecological science and sustainability for the 21st century. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 3:4-11.

Parkswatch. 2007. disponible en: www.parkswatch.org

Rasmusen, E. 1996. Introducción a la teoría de Juegos. Fondo de Cultura Económica.

REDES consultores. 2005. Estudio Estratégico de Viabilidad del Segmento de Turismo Cinegético en México. Secretaría de Turismo. Cestur. México.

RMPP.- Red de Monitoreo de Políticas Públicas. 2006. nota informativa num 5.

Rooney, T. P. y D. M. Waller. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 181.

Rojo, A., L. Cruz, G. Solano, R. Hernández. 2007. Plan de Manejo de venado en zonas templadas y tropicales. Semarnat. México

Schmidt, J y G. Douglas (editor and compiler). 1978. Big game of North America, Ecology and Management. Stackpole Books. EEUU.

SEMARNAP. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.

SEMARNAT - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2007. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

SER, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International. Science & Policy Working Group

Smith, R. y J. Coggin. 1994. Basis and Role of Management. En Halls, L. (editor and compiler). White-Tailed Deer, Ecology and Management. A wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. EEUU.

- Taylor, P. J. 2005. *Unruly complexity: ecology, interpretation, engagement*. The University of Chicago Press. EEUU.
- Townsend Peterson, A., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier y D. R. B. Stockwell. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416 (11).
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94: 133-142.
- Tremblay, J. P., I Thibault, C. Dussault, J. Hout, S. D. Côté. 2005. Long-term decline in with-tailed deer browse supply: can lichens and litterfall act as alternative food sources that preclude density-dependent feedbacks. *Canadian Journal of Zoology* 83 (8): 1087-1096.
- UAEM- Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2007. Caracterización del Corredor Biológico del Chichinautzin, disponible en: <http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/chichinautzin.htm>
- Vargas, F. 1997. *Los Parques Nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Vaughan, C. y M. Rodríguez (eds). 1994. *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. Editorial de la Universidad Nacional *(EUNA). Costa Rica.
- Verme, L. y D. Ullrey 1984. *Physiology and Nutrition*. en Halls, L. (editor and compiler). *White-Tailed Deer, Ecology and Management*. A wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. EEUU.
- Villarreal, J. 2007. Boletín Informativo para los Propietarios de Predio, Ejidatarios, Comuneros y Pobladores de la Cuenca "Palo Blanco", Salinas Victoria, Villaldama, Bustamante y Lampazos, Nuevo León. Invierno 2007 Vol 2 No. 3. Consejo Estatal de Flora y Fauna de Nuevo León. Parques y Vida Silvestre de Nuevo León.
- Villarreal, J. 2003. *Guía de campo para el cazador responsable. Venado cola blanca*. Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI), Comisión de caza el Consejo Estatal de Flora y Fauna Silvestre de Nuevo León, A.C. (CEFFSNL) y Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGSNL). Segunda edición (Primera edición 2002). México.

- Villarreal, J. 2006. Venado Cola Blanca. Manejo y Aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera, Regional de Nuevo León. Fundación Produce Nuevo León, A. C. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas. Segunda Edición. 1999, Primera Edición. México.
- Villarreal, O. 2002. El Grand Slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. Archivos de Zootecnia. 51:187-193.
- Villarreal, O., M. Marín. 2005. Agua de origen vegetal para el venado colablanca mexicano. Archivos de Zootecnia. 54:191-196.
- Wackernagel, M. y W. Rees. 1996. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers. EEUU.
- Waller, D. M. y W. S. Alverson. 1997. The white-tailed deer: a keystone herbivore. Wildlife Society Bulletin, 25 (2):217-226.
- Weber, M. 1993. Ganadería de Ciervos:¿Alternativa de producción animal o amenaza a la conservación de la fauna nativa? Agrociencia. Serie RNR. Universidad Autónoma de Chapingo. 3:99-112.
- Weber, M., 2006. ¿Qué tiene que ver una leyenda indígena con unos proveedores de carne? Ecofronteras. 29:13-16.
- Weber, M., G. García-Marmolejo, R. Reyna-Hurtado. 2006. The Tragedy of the Commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico. Wildlife Society Bulletin. 34 (5): 1480-1488.