



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO EN BOTANICA

EL VENADO COLA BLANCA DE COUES
Odocoileus virginianus couesi
Y SU HABITAT EN LA SIERRA DEL LAUREL,
AGUASCALIENTES.

SALVADOR MARTIN MEDINA TORRES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

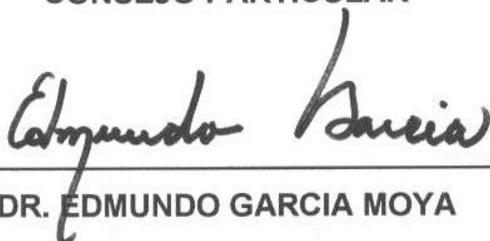
DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis titulada: **El venado cola blanca de Coues (*Odocoileus virginianus couesi*) y su hábitat en la Sierra del Laurel, Aguascalientes**, realizada por el alumno: **Salvador Martín Medina Torres**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

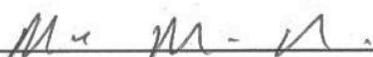
**DOCTOR EN CIENCIAS
BOTÁNICA
CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO: 
DR. EDMUNDO GARCIA MOYA


ASESOR: _____
DRA. ANGELICA ROMERO MANZANARES


ASESOR: _____
DR. MARIO MARTINEZ MENES


ASESOR: _____
DR. HUMBERTO VAQUERA HUERTA


ASESOR: _____
DR. MARCELO MARQUEZ OLIVAS

Montecillo, Texcoco, México, 24 de junio de 2008

EL VENADO COLA BLANCA DE COUES (*Odocoileus virginianus couesi*) Y SU HABITAT EN LA SIERRA DEL LAUREL, AGUASCALIENTES.

Salvador Martín Medina Torres, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2008

Hoy día, el único medio legal en México para realizar el aprovechamiento cinegético de la fauna silvestre con fines comerciales, es el registro y operación de cualquier predio rústico como *Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre* (UMA). Este nuevo enfoque, la versión más reciente del aprovechamiento múltiple de los recursos naturales, requiere que el usuario realice estudios poblacionales y evaluaciones de hábitat de la especie de su interés, como requisito para su aprovechamiento. En Aguascalientes, desde hace más de tres décadas, comenzó un programa de protección del venado cola blanca, entonces al borde de la extinción local. Su protección y vigilancia durante los primeros 20 años, hicieron posible el surgimiento del turismo cinegético como actividad productiva a finales de los 90, y a la fecha continúa su desarrollo. No obstante, el fundamento actual del aprovechamiento del venado cola blanca, pudiera no ser suficiente para garantizar su conservación a largo plazo. Con el propósito de generar alternativas para una gestión mas eficiente de la especie a nivel regional por la autoridad competente, se realizó una investigación sobre la población de *Odocoileus virginianus couesi* y su hábitat, en la Sierra del Laurel, municipio de Calvillo, Aguascalientes, para conocer su tamaño y estructura poblacional, explicar la relación entre su abundancia y los atributos biofísicos de su hábitat, determinar cuales de estos atributos influyen en la probabilidad de aprovechamiento de su entorno y proponer una delimitación de hábitats basada en un índice de aptitud de hábitat regional. La integración de los estudios poblacionales y modelos de hábitat en un sistema de información geográfica, proporciona un nuevo enfoque de gestión del venado cola blanca, donde el conocimiento de la variabilidad espacial de su abundancia en respuesta a los atributos biofísicos del entorno, es fundamental.

Palabras clave: venado cola blanca de Coues, *Odocoileus virginianus couesi*, estudio poblacional, modelo de hábitat, Aguascalientes

**THE COUES WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus couesi*) AND ITS
HABITAT IN THE SIERRA DEL LAUREL, AGUASCALIENTES.**

Salvador Martín Medina Torres, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2008

Today, the only legal means in Mexico to make use hunting of wildlife for commercial purposes, is the registration and operation of any rustic property as a Management Unit for the Conservation of Wildlife (UMA). This approach, the latest version of the multiple use of natural resources, requires that the person concerned, perform population studies and evaluations of habitat of the species of interest, as a condition for its use. In Aguascalientes, for more than 3 decades, began a program to protect the white-tailed deer, then on the risk of local extinction. The protection and surveillance during the first 20 years, made possible the emergence of hunting tourism as productive activity in the late 90's, and that to date continues its development. However, the foundation's current legal hunting of white-tailed deer, might not be sufficient to ensure its long-term conservation. In order to generate alternatives for a more efficient management of the species by the competent authority at the regional level, an investigation was conducted on the population of *Odocoileus virginianus couesi* and their habitat in the Sierra del Laurel, municipality of Calvillo, Aguascalientes, for known its size and population structure, explain the relationship between abundance and biophysical attributes of their habitat, determine which of these attributes influence the probability of use of their environment, and propose a delineation of habitat units based on an regional habitat suitability index. The integration of population studies and models of habitat in a geographic information system provides a new approach to managing and protecting the white-tailed deer, where knowledge of the spatial variability of its population abundance in response to the attributes of the biophysical environment, is fundamental. Keywords: Coues white-tailed deer, *Odocoileus virginianus couesi*, study population, habitat model, Aguascalientes.

Agradecimientos

Al **Colegio de Postgraduados Campus Montecillo**, mi *alma mater* en la maestría y ahora en el doctorado, por haberme abierto las puertas a la realización de esta empresa, la más importante de mi vida profesional.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT), por haber proporcionado el apoyo financiero sin el cual, esta meta no se habría conquistado jamás.

A mi consejero, el **Dr. Edmundo García Moya**, que supo ver en quien esto escribe, algo digno de rescatar, pulir y preparar como para darme la oportunidad que otros me negaron. Mi percepción del mundo natural ha quedado sensible y positivamente transformada después de abreviar en sus enseñanzas. Mi gratitud por siempre profesor, y espero ser digno del saber que me transmitió y el apoyo que siempre me dio, aun cuando todo pareció perdido.

A mis profesores asesores:

- A la **Dr. Angélica Romero Manzanares**, por sus atinados comentarios y especial motivación, que siempre me hicieron ir más allá, cuando mi capacidad de hacer ciencia parecía haberse agotado.
- Al **Dr. Humberto Vaquera Huerta**, cuya asesoría supo darle especial sentido y significancia ($p < 0.01$) a esta investigación, no solo en lo que en ella se aborda, sino en otros aspectos de la vida sobre los cuales tuvimos la oportunidad de conversar.
- Al **Dr. Mario Martínez Menes**, quien siempre mostró para este estudiante, tanto en los días de los cursos regulares como después en los días difíciles, una gran disposición, propia de quien vive para formar profesionales.
- Al **Dr. Marcelo Marquez Olivas**, mi amigo y antiguo condiscípulo desde la maestría; especialmente te agradezco que me hayas incorporado cuando otros de nuestra antigua escuela me cerraron las puertas. Dios te bendiga, hermano en la fauna.

Mi especial agradecimiento a quienes conocí en el doctorado, y a quienes hoy profesó mi respeto, admiración y amistad:

- Al **Dr. Fernando Paz Pellat**, por sus observaciones y comentarios, siempre atinados, y su gran ayuda durante mi paso por el doctorado, sobre todo al final del camino. Mi gratitud por siempre.
- Al **M. C. Héctor Tovar Soto**, mi amigo y compañero de doctorado, por su apoyo, orientación y ayuda.
- A la **Biol. Gabriela Delgadillo Quezada**, guardabosque, compañera y amiga, por su destacada participación durante los trabajos de campo del estudio poblacional del venado cola blanca en la Sierra del Laurel.
- Al **Ing. M. en S. A. Alfredo Alonso Ruiz Esparza**, primer Procurador Ambiental que tuvo Aguascalientes, por permitirme trabajar en la protección de la fauna de mi estado, y que espero retome un día desde otra trinchera, lo que aquí se hizo.

Dedico esta tesis:

Al Autor de todas las cosas, por la vida y la oportunidad que en ella me ha brindado para dejar, en mi limitada capacidad, constancia de mi paso por ella a través de esta contribución.

A mis Padres: don Salvador Medina Campos y doña Olga Maricela Torres Valdés de Medina, quienes supieron estar con quien esto escribe, teniendo por todo soporte su amor inmensurable.

A mi hijo Salvador Alejandro, que desde donde estas, espero me encuentres un día, digno de volver a verte.

A mi hija Fabiola, mi muchachita entrona y valiente, cuyo carácter a ratos alegre y a ratos no tanto, tanta fuerza supo darme cuando a mi se me acabo.

A mi hijo Luís Alejandro, a quien tuve el privilegio de ver transformarse de niño a hombre cual debe de ser, a lomos de caballo y en el monte, por quien mi orgullo de padre se desborda.

A mi hija Danielita, que a su tierna edad ha demostrado una sensibilidad poco usual para apreciar, admirar y valorar el mundo natural y sus criaturas, y me motiva a perseverar en el estudio de la fauna silvestre.

A mi hijita Gaby, la más pequeña y alegre, de mirada traviesa y risa espontánea, cuya gracia y travesuras siempre fueron bálsamo reconfortante para mí, en medio de adversidades.

A mi esposa Elvy, a mi doctora, que a pesar de mis yerros y tropiezos, supo perdonar y estar al lado de quien esto escribe, y acompañarle hasta la conclusión de esta etapa. Dios te bendiga y te guarde por siempre, y nos permita escribir un nuevo libro.

A mi hermana Mary, mis sobrinas Mary Fer y Fanny, y mi “cuñado” Raúl, que bien me han acompañado en buenos y malos ratos.

A mi entrañable amigo Javier Hernández “Gavilán”; a los biólogos Víctor Villalobos “Cuervo” e Ismael Torres “Búho”, y a Margarito de Anda “Comandante”, compañeros entrañables todos, de muchas y lejanas andanzas y viejas glorias de los días “de la fauna”, que se fueron para no volver.

*Al Ing. Agustín Bernal Inguanzo “Fénix” y su familia (Cipa, y Andrés), quien desde su cargo como director de recursos bióticos de la entonces Subsecretaría de Ecología de Gobierno del Estado de Aguascalientes, abrió las puertas a quien esto escribe para hacer investigación en una de las regiones mas ricas en biodiversidad pero mas pobres en oportunidades, como lo es la **Sierra del Laurel**. Abrimos brecha, cabalgamos, y los perros ladraron, mi querido amigo.*

*A mi amigo, José Santos Muñoz Macías “Don Santos”, quien junto con su familia me brindó su amistad, y quien además me guió por la **Sierra del Laurel**, revelándome no solo su riqueza natural, sino también los anhelos, aspiraciones, problemas y necesidades de su gente. Si entre los ciudadanos comunes y corrientes hay quienes tienen vocación de guardabosques y amor por la naturaleza, he ahí uno de gran valer.*

*A los propietarios rurales, gente sencilla y honrada de la **Sierra del Laurel**:*

- *Don Luís Cardona e Hijos*
- *Don Tereso Gallegos e Hijos*
- *Lic. Saúl Gallegos López y Familia*
- *Lic. Sofía de Lara y Familia*
- *Don Salvador de Loera e Hijos*
- *Don Arturo Arias e Hijos*
- *Sres. Vallín Velasco, vecinos del Sauz y del Maguey*

*...y otros mas que no menciono por falta de espacio, sin menoscabo de su grato recuerdo en mi corazón, y que en su momento me permitieron caminar junto con ellos en la creación de la **Asociación Sierra del Laurel, A.C.**, concebida entonces como un instrumento para llevarles a ellos, sus familias y sus tierras, los apoyos que nunca antes llegaron, a favor de un desarrollo armónico con su riqueza natural. Les reconozco su decisión, y espero que un día sepan defenderse y liberarse de los grupos de poder*

que por ahora se han adueñado de sus destinos, y les han limitado el acceso a los recursos que tan penosamente habíamos logrado alcanzar juntos.

Finalmente, dedico esta tesis a todas y todos aquellos que vienen detrás de mí y que aspiran a vivir trabajando por la fauna silvestre y la gente del campo. Espero que nunca se vendan a la codicia y la ambición de aquellos a quienes siempre combatimos los guardabosques; los furtivos encubiertos con el manto de la legalidad y el rostro de un falso conservacionismo, quienes se diferencian del furtivo común sólo por tener dinero y muchas, muchas influencias. ¡Nunca se vendan muchachos!

IN MEMORIAM

Particularmente dedico esta tesis a la grata memoria de mis amigos y compañeros caídos en el cumplimiento de su deber como guardabosques el 24 de junio de 2007:



- *A mi entrañable y querido amigo **Carlos Alberto Muñoz Molina “Chaman”**, por quien conocí a “Tatewari” (el Abuelo Fuego), a “Yurienaka” (la Madre Tierra), y a “Tamatz Kauyumari” (al Hermano Venado), allá en Wirikuta. Ojala nos volvamos a encontrar un día. ¡Okahee!*



- *A **Jaime Hernández Esquivel “Ganso”**, de quien puede decirse con justicia, que fue el último guardabosque. En los días de mi maestría, cuando nos ayudaste, se te impuso tu nombre de guerra, al arrestar a cazadores furtivos en el tanque de “La Colorada”. Ahora te rindo homenaje en la conclusión de esta etapa. Nadie mas habrá como tu Ganso.*



- *A **Gustavo Eduardo Valdés Romo “Panda”**; el de la sonrisa imborrable, la broma oportuna y la risa alegre; al que siempre supo regalarnos lo mejor de sí, con sus palabras de aliento, sus ocurrencias y su buena cocina de monte en aquellos campamentos que jamás habremos de volver a disfrutar.*



- *A **Miriam Limón Díaz de León “Aura”**, de quien poco tiempo tuve el privilegio de su amistad, pero a quien trate lo suficiente para apreciar en su valía, la participación de la mujer como guardabosque, hoy prohibida, donde ella sirvió como voluntaria.*

MOTIVACION

En torno a la gestión de la fauna silvestre, la vida dio la oportunidad a quien esto escribe, de trabajar desde varios lados del “escritorio”; como guarda de fauna y servidor público, en el ámbito federal y estatal, ya sea en aspectos de gestión y normatividad o vinculados a la procuración ambiental y la aplicación de la ley en la materia. También, participó como prestador de servicios profesionales, la que fue su más ingrata y decepcionante experiencia. En otra ocasión, y para incursionar en el turismo cinegético, se asoció “a medias” con un amigo y fue empresario de expediciones cinegéticas de guajolote silvestre, donde la hizo de guía, cocinero, cantinero y chofer de los cazadores; de esta experiencia, derivaron mayores problemas por que este empresario en ciernes, se negó entonces a participar en el tráfico de cintillos de cobro cinegético que otros “empresarios” y sus “técnicos” le proponían. Este Doctor en Ciencias afirma que, si la vida le permite seguir en esto, le gustaría continuar y terminar sus días haciendo investigación que contribuya a mejorar o, mejor aún, a cambiar los actuales fundamentos del aprovechamiento de la fauna silvestre en México que, por propia y triste experiencia, encontró por demás cuestionables y nada, pero nada, sustentables. Esta es, al menos, su apreciación personal.

Bajo ese contexto, quien esto escribe intenta con esta investigación, contribuir a la solución de un problema con el que convivió a lo largo de su vida profesional, y que ha visto crecer desde que comenzó a trabajar como guardabosque en 1986 al integrarse a un programa que en Aguascalientes ya tenía poco más de una década de existencia. Él considera que fue parte del problema por lo cual está obligado a contribuir en la generación de alternativas que permitan contenerlo o, incluso, resolverlo.

Este año se cumplen 12 desde su breve pero equivocada contribución al establecimiento de los primeros ranchos cinegéticos en Aguascalientes, que hoy existen al amparo de la figura legal denominada UMA. A poco mas de una década, es muy poco lo que la “diversificación productiva” y el “turismo cinegético”, hoy transformado en lucrativo monopolio de unos cuantos, ha hecho por el sector rural y la biodiversidad de Aguascalientes, donde unos cuantos han tenido el privilegio de gozar los beneficios de esta nueva y prometedora actividad emergente, mientras que muchos hombres y mujeres del campo; agricultores, ganaderos y rancheros de pura cepa,

están siendo “convencidos” para rentar sus tierras (a precios ridículos), para que los “empresarios” del mercado de los servicios cinegéticos puedan expandir sus negocios.

Es inverosímil que a más de una década la autoridad ambiental federal deba continuar aceptando de buena fe estudios poblacionales realizados sobre un escritorio, cuando no sobre las rodillas, por los usuarios del recurso fauna o técnicos faltos de ética que intentan permanecer en el mercado a cualquier costo, utilizando cifras posiblemente sobreestimadas, con el claro propósito de obtener más tasas de aprovechamiento, que se traducen en la venta de más servicios de “turismo cinegético”.

Es asombroso que a 18 años del decreto que hizo de la Sierra Fría, la única área natural protegida de competencia estatal que tiene Aguascalientes, ésta aún no cuente con un plan de manejo que regule las actividades productivas que ahora se desarrollan en ella y, que por el contrario, se tolere con indiferencia y complacencia el uso indiscriminado de alimentadores automáticos para fauna silvestre (que la “domestican”), cercos cinegéticos (que limitan su libre desplazamiento), e inclusive la introducción de especies cinegéticas exóticas en detrimento de las nativas, sin mencionar otros excesos como el ejercicio de la caza nocturna, caza fuera de UMA, caza fuera de temporada y de ejemplares no permitidos o mas que los permitidos, por parte de algunos “empresarios” del turismo cinegético.

Es increíble también que el *Cuerpo de Guardas de Fauna de Aguascalientes*, distinguido en 1994 por el Presidente de la República con el premio al *Merito Nacional Forestal y de Fauna Silvestre*, en materia de Participación Social, y que durante mas de dos décadas logró contener el furtivismo en Aguascalientes, ahora se limite a ejercer una laxa vigilancia en lo que mas parece un exclusivo coto de caza, que un área natural protegida, dejando en estado de indefensión al resto de la entidad.

Ante la inminente expansión de este *modus operandi* hacia otras áreas naturales de Aguascalientes, por parte del autonombrado y polifacético “*club de la conservación*”, hoy mas que nunca se necesita hacer investigación, para dotar a la autoridad ambiental de nuevas y mejores herramientas que le asistan en la toma de decisiones, para contener el imparable alud de abusos que esta nueva forma de aprovechar fauna, ha generado.

Aunque al final de cuentas la aplicación de la ley sigue siendo la única solución, si ésta no se cumple (como hasta ahora se ha hecho) las cosas seguirán igual, en detrimento de la diversidad biológica.

No hay duda de las bondades del turismo cinegético como actividad productiva generadora de riqueza y divisas. Existen, por fortuna, ejemplos meritorios a nivel nacional que además de bienestar social han contribuido a la conservación del patrimonio natural de la nación. Desafortunadamente, es parte de la peculiar forma de pensar del mexicano que las leyes se hacen para violarlas. Tal parece que en el caso de las leyes sobre la vida silvestre, verdadera innovación en los anales conservacionistas de este país, el usuario de la fauna silvestre está más interesado en dominar la normatividad para sacar ventaja y beneficio personal, que en la conservación del recurso sobre el cual está construyendo su prosperidad en el mercado del turismo cinegético.

Años más tarde, cuando quien esto escribe intentaba ganarse la vida como responsable técnico en los ranchos cinegéticos que contribuyó a formar en Valparaíso, Zacatecas, alguna vez un productor diversificado de por allá le dijo: “...no médico, hay más técnicos que cóconos...”. Fue ese comentario, con todo y su profundo significado, lo que demuestra que la profesión del gestor de vida silvestre en este país, no puede tener futuro en manos de un mercado de usuarios tan codicioso y como voraz, y proclive a la corrupción; no al menos, cuando la ética prevalece. Si algún futuro puede esperar el gestor de fauna honesto solo será cuando el Estado Mexicano, o en su caso las entidades federativas, haga(n) uso de la ciencia, la tecnología y, sobre todo, del sentido común para regular esa “Caja de Pandora” ambiental en la que se han transformado las controvertidas UMA. En este orden de ideas, es necesario considerar que la profesión del “gestor de fauna” (sea biólogo, veterinario, zootecnista, agrónomo, u otra profesión afín), debe ser, por necesidad, “profesión de estado”.

Ha sido un grave error el dejar a los ciudadanos, la capacidad de decidir sobre el número de ejemplares de fauna silvestre (venados, guajolotes, etc.), que podrán aprovechar para vender servicios de turismo cinegético, sin más fundamento que un simple trámite administrativo y sin más base que sus estudios parciales. Debe demostrarse a la autoridad ambiental, que existe ya en la comunidad científica de este

país, la capacidad para proveerla con mejores medios de decisión para alcanzar niveles confiables de eficiencia en la gestión de la fauna silvestre y sus hábitats.

Cuando se tuvo que decidir el tema de esta investigación doctoral, se pensó que uno adecuado sería analizar la situación de una especie que hoy constituye uno de los recursos naturales más importantes de Aguascalientes, pero también uno de los más vulnerables y posiblemente sobreexplotados, como el venado cola blanca. Como se verá mas adelante prácticamente todo lo que se ha trabajado, investigado y escrito sobre esta especie en la entidad, solo ha tenido lugar en Sierra Fría.

A pesar de todo, y a poco más de tres décadas de iniciado el *Programa de Conservación y Aprovechamiento Cinegético del Venado Cola Blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes*, es una realidad que en la entidad aún existen áreas naturales en donde el venado cola blanca sobrevive, a pesar de la ausencia de vigilancia, de la caza furtiva que le acosa y persigue, de la lenta degradación de su entorno y de la falta de voluntad política de los gobiernos y administraciones que por todos esos años se han visto pasar, incluido el gobierno actual.

Poco sería lo que este investigador pudiera hacer en la Sierra Fría de Aguascalientes donde actualmente prospera ese exclusivo “*club de la conservación*”, el mismo al que alguna vez sirvió, y que ha hecho de la explotación “legal” de la fauna silvestre uno de sus más lucrativos negocios, siempre sobre la base de un mal entendido “conservacionismo”. En contraste, en aquellas áreas donde aún no se ha trabajado, pero que ya comienzan a ser consideradas como nuevas fronteras de explotación por su riqueza faunística, es necesario y urgente generar información que permita, bajo nuevos esquemas, garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable, del venado cola blanca local. Tal es el caso de Sierra del Laurel, considerada como la segunda área natural más importante de Aguascalientes, ubicada en la parte sur occidental del estado, y compuesta por matorrales subtropicales y bosques de encino, en alternancia con huertos de guayaba y explotaciones ganaderas extensivas, cuya rentabilidad ha venido a menos.

En febrero de 2006, propietarios rurales de la zona, constituyeron la “*Asociación Sierra del Laurel, A.C.*” con el propósito de proteger, conservar y aprovechar sustentablemente los recursos forestales y faunísticos de sus tierras. Una de las

oportunidades de desarrollo de esta región es el aprovechamiento del venado cola blanca, cuya población no se ha estudiado de manera local y a la que amenazan la cacería furtiva y la degradación de su hábitat. Sierra del Laurel y Sierra Fría, mediante acuerdo publicado en el diario oficial el 7 de noviembre de 2002, fueron reclasificadas por la autoridad ambiental federal como *Área Natural Protegida* bajo la modalidad de *Área de Protección de los Recursos Naturales*, dado que ambas pertenecen a la *Cuenca Alimentadora del Distrito de Riego 43 de Nayarit*, situación que limita el establecimiento de UMA bajo la normatividad vigente, ya que la *Ley Federal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA), en materia de Impacto Ambiental, prohíbe la realización de obras y actividades productivas en áreas protegidas de competencia federal; una de esas contradicciones propias de nuestras leyes, y que dicho sea de paso, ha contribuido a la permanencia del monopolio local de aprovechamiento de vida silvestre en Sierra Fría, ya que no puede aplicarse la ley “en forma retroactiva”.

En consecuencia, cualquier tipo de desarrollo (como sería el aprovechamiento del venado cola blanca para realizar actividades de turismo cinegético local), debería estar sustentado en un *Plan de Manejo Regional de Sierra del Laurel* o por lo menos en un manifiesto de impacto ambiental, de modalidad particular, cuyo costo en elaboración y derechos federales limita y desmotiva al ganadero que considere incursionar en esta actividad y bajo estas circunstancias. Una alternativa para sufragar tales costos pudiera encontrarse en los programas de apoyo de la *Comisión Nacional Forestal* (CONAFOR). Desafortunadamente, la corrupción que impera entre los dirigentes de algunas asociaciones regionales de silvicultores de reciente creación y algunos funcionarios federales y estatales hace difícil, sino imposible, que el productor común y corriente pueda alcanzar tales recursos, accesibles solamente a unos cuantos beneficiarios del omnipresente tráfico de influencias.

El ya mencionado acuerdo de reclasificación hacia un esquema de protección federal, por si mismo, no basta ni garantiza que las actuales amenazas que enfrenta el venado de Sierra del Laurel sean contenidas o aún evitadas. Por ello, el propósito de esta investigación ha sido generar, por primera vez, información sobre el hábitat y la población del venado cola blanca en Sierra del Laurel, como una contribución para

sentar las bases que garanticen su futura protección y conservación por parte de la autoridad ambiental y su aprovechamiento sustentable en beneficio de los propietarios rurales de la región.

Solo en este apartado, y en una prosa no muy común en este tipo de escritos, se han expresado las razones que motivaron esta investigación, por lo que se apela con humildad a la sensibilidad del Consejo Particular para que acepten que éste permanezca como tal y pueda transmitir el sentido de esta contribución a otros que busquen complementar su saber en el futuro, con esta limitada aportación. La ciencia también se construye con la sensibilidad y los motivos de quienes la ejercen y practican. El problema es real y ha sido expuesto con base en la experiencia personal de quien esto escribe.

Dicho lo anterior, es preciso dar paso a la objetividad fría del trabajo científico, que es fundamento de esta tesis.

CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCION GENERAL	1
Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Hipótesis.....	4
Revisión de literatura	5
El Venado cola blanca	5
La subespecie Coues	8
Importancia cinegética	9
Importancia étnico-cultural.....	10
Estimación de la densidad	20
Estructura de la población	28
Capacidad de sostenimiento	30
Evaluación de aprovechamiento de hábitat	34
Tasa de aprovechamiento	39
Implicaciones legales del aprovechamiento extractivo de venados	41
Aprovechamiento múltiple, recursos forestales y ranchos cinegéticos	45
Diversificación productiva y ganadería diversificada	52
La normatividad del aprovechamiento cinegético, la tasa de aprovechamiento y el riesgo de aprovechamiento excesivo	56
Productividad del sector ganadero diversificado y su importancia.....	58
Literatura citada	66
CAPITULO II. EL VENADO COLA BLANCA EN AGUASCALIENTES.....	74
Resumen.....	74
Abstract	74
Introducción	75
La vigilancia en la protección del venado cola blanca	76
Estudios poblacionales de venado en Aguascalientes	83
Aprovechamiento cinegético del venado de coues en Aguascalientes.....	88
El inicio de las UMA en Aguascalientes	89
Densidad poblacional histórica y tasa de aprovechamiento.....	92
Reconstrucción de la población a partir de tasas de aprovechamiento autorizadas	95
Discusión.....	97
Conclusiones	100
Literatura citada	100
CAPITULO III. CARACTERIZACION DEL HABITAT Y DENSIDAD DE GRUPOS FECALES DEL VENADO EN LA SIERRA DEL LAUREL.....	103
Resumen.....	103
Abstract	104

Introducción	104
Materiales y métodos	105
Área de Estudio	105
Determinación del Área de Muestreo	108
Caracterización de Hábitat	109
Estimación de la Densidad de Grupos Fecales de Venados.....	112
Análisis Estadístico.....	114
Resultados	115
Conclusiones	124
Literatura citada	125
CAPITULO IV. ESTUDIO POBLACIONAL DEL VENADO COLA BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL	128
Resumen	128
Abstract	128
Introducción	129
Materiales y métodos	131
Área de estudio	131
Evaluación del hábitat.....	131
Estimación de la densidad poblacional	132
Determinación de la estructura poblacional	132
Estimación de la capacidad de sostenimiento	133
Análisis estadístico	133
Resultados	134
Discusión	140
Conclusiones	146
Literatura citada	147
CAPITULO V. SELECCIÓN Y MODELADO DEL HABITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL	150
Resumen	150
Abstract	150
Introducción	151
Materiales y métodos	152
Área de estudio	152
Registro del aprovechamiento de hábitat	152
Medición de los atributos biofísicos del hábitat	152
Análisis estadístico y construcción de modelos de aprovechamiento de hábitat.....	153
Resultados	154
Discusión	165

Amenazas y factores de presión hacia el hábitat.....	168
Conclusiones	170
Literatura citada	171
CAPITULO VI. DELIMITACION DE UNIDADES DE HABITAT DE VENADO COLA	
BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL.....	
Resumen.....	175
Abstract	176
Introducción	177
Materiales y métodos	181
Área de estudio	181
Índice de aptitud de hábitat y su mapa digital	181
Mapa digital de densidad de venados	182
Delimitación de las unidades de hábitat	182
Determinación de una tasa de aprovechamiento hipotética	183
Validación preliminar del IAH.....	183
Resultados	183
Discusión.....	191
Conclusiones	193
Literatura citada	194
DISCUSION GENERAL.....	
Lo que no se hizo, pero que debe hacerse	206
Conclusiones	209
Literatura citada	211
Anexo A	216
Anexo B	219
Anexo C	246
Anexo D	251
Anexo E.....	264

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Tabla de equivalencias para la unidad animal (UACJ 2008).....	31
Cuadro 1.2. Leyes relacionadas con vida silvestre hasta 1951 (SEMARNAP 1997).	48
Cuadro 1.3: Relación de UMA por tipo de modalidad (SEMARNAT 2008)	56
Cuadro 1.4. Impacto económico por turismo cinegético en los estados fronterizos del norte de México durante la temporada de caza 2001-2002 (Guajardo y Martínez 2004).	61
Cuadro 1.5. Productividad del turismo cinegético en el norte de México por entidad federativa durante la temporada 2001-2002, referida a pesos por ha (Guajardo y Martínez 2004).....	63
Cuadro 1.6. Producción de carne de bovino en la región norte de México por entidad federativa, durante el año 2002, referido a pesos por ha.....	63
Cuadro 2.1. Densidad poblacional del venado cola blanca de Coues en Sierra Fría Aguascalientes, con base en diversos autores, entre 1975 y 1998.	84
Cuadro 2.2. Población estimada total de venado de Coues y tasa de cosecha durante 1998 en Sierra Fría, Aguascalientes, con base en su tendencia histórica.	88
Cuadro 2.3. Tasa de cosecha de venado de Coues en Sierra Fría durante cuatro temporadas de caza experimentales, con base en datos de Medina-Flores y Medina-Torres (1989).	89
Cuadro 2.4. Tasa de aprovechamiento estimada en cinco UMA de Sierra Fría en 1998, y tasa de cosecha autorizada para la temporada 1999-2000 (Kobelkowsky 2000, *datos oficiales de SEMARNAT).	94
Cuadro 2.5. Reconstrucción teórica de la población del venado de Coues en la Sierra Fría, Aguascalientes, a partir de tasas de aprovechamiento autorizada y con base en la tendencia poblacional entre 1975 y 1998.	96
Cuadro 3.1. Análisis de Componentes Principales sobre las variables biofísicas del hábitat de la Sierra del Laurel.	118
Cuadro 3.2. Diferencias entre los tipos de vegetación en la Sierra del Laurel en función de sus atributos biofísicos.	119

Cuadro 3.3. Densidad de grupos fecales de venado por hectárea encontrados en este estudio y otras investigaciones.	123
Cuadro 4.1. Densidad del venado cola blanca por km ² en la Sierra del Laurel, con distintas tasas de defecación.....	135
Cuadro 4.2. Observaciones de animales registradas durante el muestreo de excretas de venado cola blanca en la Sierra del Laurel.	139
Cuadro 4.3. Densidad poblacional del venado cola blanca en la Sierra del Laurel, y estimaciones documentadas en otros trabajos, en tipos de vegetación semejantes. ..	141
Cuadro 4.4. Proporción de venados por estadios de desarrollo en los diversos tipos de vegetación y por toda el área de estudio y comparación entre la distribución total obtenida por el volumen de excretas con la estimada por observación directa.	143
Cuadro 5.1. Parámetros del modelo logístico de las variables del medio físico.	155
Cuadro 5.2. Estadísticos del medio físico para una probabilidad de aprovechamiento alta.	158
Cuadro 5.3. Umbrales requeridos de distancia al agua para una probabilidad de aprovechamiento alta, bajo tres condiciones diferentes de pendiente y altitud por tipo de vegetación.....	159
Cuadro 5.4. Parámetros del modelo logístico de las variables del medio biótico.	161
Cuadro 5.5. Estadísticos de las variables significativas en el modelo logístico de los atributos florístico-estructurales de la vegetación.	162
Cuadro 5.6. Modelado de los atributos florístico-estructurales por tipo de vegetación y sus umbrales para una probabilidad de aprovechamiento de hábitat alta.	163
Cuadro 5.7. Atributos florístico-estructurales que influyeron en la probabilidad del aprovechamiento de hábitat, en función del tipo de vegetación y la utilización del sitio.	164
Cuadro 6.1. Superficie por categoría de abundancia de venado de Coues en la Sierra del Laurel.	184
Cuadro 6.2. Unidades de hábitat de Sierra del Laurel y población estimada de venado.	188

Cuadro 6.3. Disponibilidad de agua y pendiente del terreno por unidad de hábitat.	188
Cuadro 6.4. Superficie del pastizal inducido susceptible de recuperación sobre sitios con pendientes inferiores al 30%.	190
Cuadro 6.5. Potencial de aprovechamiento cinegético del venado de Coues en la Sierra del Laurel por unidad de hábitat.	191

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución de las subespecies de venado cola blanca en México (Villarreal 1999).	9
Figura 1.2. Derrama económica por turismo cinegético y producción de carne de bovino en canal en los estados fronterizos del norte de México durante 2002 (Datos de Guajardo y Martínez 2004, COTECOCA y el <i>Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera</i> [SIAP] en 2002).	62
Figura 2.1. Ubicación del Área Natural Protegida Sierra Fría, en el estado de Aguascalientes, y su relación espacial con el área de estudio en Sierra del Laurel.	84
Figura 2.2. Densidad poblacional histórica del venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes, con base en datos de Medina (1986), Medina-Flores y Medina-Torres (1989), Romo (1987), Villalobos (1998) y Kobelkowsky (2000).	85
Figura 2.3. Relación de sexos y clases de edad del Venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes con base en datos obtenidos de Romo (1987), Villalobos (1998) y Kobelkowsky (2000).	87
Figura 2.4. Ubicación de las UMA estudiadas por Kobelkowsky (2000) que iniciaron aprovechamientos de venado cola blanca en Sierra Fría, Aguascalientes, durante la temporada de caza 1999-2000.	90
Figura 2.5. Tasa de venados autorizados y cazados en Sierra Fría, Aguascalientes (Medina-Flores y Medina-Torres 1989 y datos oficiales de SEMARNAT).	91
Figura 2.6. UMA con tasa de cosecha autorizada y su relación con el total de UMA extensivas registradas entre 1999 y 2004 en Aguascalientes.	93
Figura 2.7. Tasa de aprovechamiento del venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes y su relación con la densidad poblacional histórica hasta 1998.	93
Figura 2.8. Tasa de aprovechamiento estimada en 1998 (Kobelkowsky 2000) y autorizada en Sierra Fría, Ags. 1999.	95
Figura 2.9. Comparación entre la población histórica de venados en Sierra Fría y la población teórica estimada a partir de tasas de aprovechamiento reales.	97
Figura 3.1. Ubicación del área de estudio.	106

Figura 3.2. Agrupamiento de los transectos dado por las dos primeras componentes principales.	120
Figura 4.1. Distribución trimodal de las clases de edad (cervatos-juveniles-adultos)..	137
Figura 4.2. Distribución porcentual de los estadios de desarrollo en la población de venados en la Sierra del Laurel, con base en la distribución trimodal del volumen de sus excretas.	138
Figura 4.3. Distribución porcentual de los estadios de desarrollo por tipo de vegetación.	139
Figura 4.4. Densidad de venados por tipo de vegetación en relación a la capacidad de sostenimiento según COTECOCA, considerando un venado igual a una U.A. según Villarreal (1999).	140
Figura 5.1. Mapa de probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca.	156
Figura. 5.2 Mapa de sitios con alta probabilidad de aprovechamiento del hábitat.	157
Figura 5.3. Probabilidad de aprovechamiento del hábitat con base en la distancia al agua, bajo condiciones fijas de altitud y pendiente (μ = línea continua, $\mu \pm \sigma$ = líneas punteadas).	160
Figura 6.1. Mapa del índice de Aptitud de Hábitat (IAH) para venado cola blanca en Sierra del Laurel.	185
Figura 6.2. Mapa de la densidad predicha de venados por km ² en Sierra del Laurel ..	186
Figura 6.3. Distribución de las clases de densidad de venados por km ² en Sierra del Laurel.	187
Figura 6.4. Unidades de hábitat del venado cola blanca en la Sierra del Laurel.	189
Figura 6.5. Sitios propuestos para el mejoramiento del hábitat en Sierra del Laurel. ..	190

LISTA DE LÁMINAS

Lámina 1.1. Ofrenda votiva de venado en el santuario Huichol del Cerro del Quemado, Real de Catorce, San Luís Potosí.	15
Lámina 1.2. Representación artística de <i>Tamátz Kaûyumári</i> o el Venado Azul, emergiendo del sueño producido por el <i>Jicuri</i> . Mural anónimo en el hotel “Mony”, estación Wadley, antesala de Wirikuta, el desierto sagrado. Municipio de Real de Catorce, San Luís Potosí.	16
Lámina 1.3. Registro de testimonios del problema del venado para el pueblo <i>Wirrárika</i> . De izquierda a derecha, el <i>mara'akame</i> Pancho con su pequeño hijo, el guardabosque Carlos Alberto Muñoz Molina (Chamán, q.e.p.d), y el autor.	17
Lámina 2.1. El oficial de fauna silvestre Javier “Gavilán” Hernández (derecha), y el autor (izquierda). Aseguramiento de una venada cola blanca, tres armas largas y un faro. Rincón de la Virgen, municipio de Jesús María, Aguascalientes, 24 de febrero de 1988. Servicio Federal de Flora y Fauna Silvestre (SEDUE delegación estatal).	77
Lámina 2.2. De izquierda a derecha, “Cmdte.”, “Cuervo” y “Ganso” (q.e.p.d) en acción; decomiso de 5 pieles de venado, una venada eviscerada, 5 armas largas, y equipo diverso para la caza furtiva con luz artificial. Ciénega de Alcorcha, Sierra Fría, 14 de noviembre de 1996.	78
Lámina 2.3. Hallazgo de despojos de varios venados cola blanca descubiertos por el personal de la <i>Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente</i> el 30 de agosto de 2004. Rancho “Laguna Seca”, Área Natural “Protegida” Sierra Fría.	81
Lámina 2.4. Venado recién desollado, carne y vísceras encontrados por la PROESPA en el rancho “Laguna Seca”. Los cazadores furtivos abandonaron los despojos en el lugar, ante la llegada de los guardabosques. La caza se realizó fuera de temporada. .	82
Lámina 2.5. Evidencias de caza furtiva. Un escondite para caza al acecho a orillas de un cuerpo de agua en el Cerro del Pinal, Área Natural “Protegida” Sierra Fría.	83
Lámina 3.1. Estimación del área basal del sitio con un dendrómetro Cruz-All ®.....	110
Lámina 3.2. Esferodensiómetro Forestry ® para estimación del porcentaje de sombreado.	111
Lámina 3.3. Establecimiento de las parcelas de muestreo para el recuento de grupos fecales.	112

Lámina 3.4. Recuento de grupos fecales de venado en las parcelas de muestreo	114
Lámina 4.1. Ejemplar de venado azeznillo, fotografiado el 27 de marzo de 2006, por el Guardabosque Jaime Hernández Esquivel (q.e.p.d) en la Sierra del Laurel. Nótese la falta de vigor del animal y la vegetación xerófita circundante indicadora de una condición pobre del hábitat.	145
Lámina 5.1. Evidencias de erradicación de <i>Ipomoea murucoides</i> en la Sierra del Laurel con aplicación directa de herbicidas El oficial y Biol. Ismael Torres documentando el daño.	169

CAPITULO I. INTRODUCCION GENERAL

El aprovechamiento de la fauna silvestre en México, ha estado presente a lo largo de la historia del país. Desde los usos y costumbres ancestrales de las naciones prehispánicas que habitaron lo que hoy es México, hasta finales de la década de los 40's del siglo pasado, surgieron y evolucionaron varios códigos y disposiciones, en un esfuerzo por normar el aprovechamiento de la fauna silvestre por los habitantes de este país. No fue sino hasta 1951, con la promulgación de la *Ley Federal de Caza*, que se reconoció plenamente la necesidad de regular el aprovechamiento de la fauna silvestre, con el propósito de proteger y conservar un recurso natural considerado entonces propiedad de la nación. Sin embargo, ese marco legal prohibía la caza como una forma de actividad económica, y excluía a los dueños de la tierra de la participación de sus beneficios.

La entonces *Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca* (SEMARNAP 1997) dio a conocer el documento titulado "*Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*", lo que generó una nueva visión en el aprovechamiento de la fauna silvestre en México. Una de las cosas mas sobresalientes de esta propuesta fue reconocer el derecho de los dueños o usufructuarios de la tierra a obtener beneficios económicos del aprovechamiento de la vida silvestre, a cambio de participar en su protección y conservación. Bajo este concepto innovador, en el año 2000, se creo la *Ley General de Vida Silvestre* (LGVS), en la cual se estableció a las "*Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre*" (UMA) como el único medio legal, al alcance de los mexicanos, para realizar actividades económicas relacionadas con el aprovechamiento cinegético de la fauna silvestre. No obstante, en dicha ley persiste un vacío preocupante en torno a la propiedad de este valioso recurso, ya que no se establecen con claridad los derechos y responsabilidades en torno al usufructo de la fauna silvestre, ahora transformada en un bien o producto de consumo. De hecho, la frase de que "la fauna silvestre es propiedad de la Nación" fue eliminada de la LGVS.

Asimismo, este nuevo enfoque trajo consigo otras formas de regular el uso de la fauna silvestre, particularmente, en lo referente a los medios para determinar las tasas de aprovechamiento. Bajo este enfoque conservacionista, la *LGVS* y su reglamento establecen de manera plena que el ciudadano interesado en realizar aprovechamientos de cualquier especie de fauna silvestre tiene la obligación de justificar a la autoridad competente, y por medio de estudios poblacionales, el número de ejemplares a extraer de la población.

En la actualidad, la autoridad responsable de regular el aprovechamiento de la vida silvestre es la *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT), a través de la *Dirección General de Vida Silvestre* (DGVS) adscrita a la *Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental*. Esta autoridad es también quien recibe y analiza las solicitudes de aprovechamiento de fauna silvestre, pero para autorizarlas no cuenta con mas datos que los estudios poblacionales, y posiblemente las evaluaciones de hábitat, que los solicitantes le presentan, como un requisito mas en el trámite administrativo. De tal suerte que, en la práctica, la autoridad continúa concediendo los aprovechamientos solicitados a cualquier usuario con base en su historial, su nivel de cumplimiento en la presentación de informes, y sus cuestionables estudios, sin contar con referencia alguna, científicamente validada, sobre el tamaño y estructura poblacional de la especie, cuyo uso se le solicita, ni la capacidad de carga de su hábitat.

Esta forma de regular el aprovechamiento de la fauna silvestre ha permanecido así desde hace poco más de 10 años, sin más innovación que la generada por la simplificación administrativa del trámite. Es increíble que la autoridad competente persista en continuar autorizando aprovechamientos de fauna silvestre sin más bases que la buena fe que pone en los estudios que los usuarios presentan, aun y cuando existen métodos y técnicas más confiables que se pueden utilizar para lograr una mejor gestión de este recurso.

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Zimmermann 1780) es un mamífero silvestre muy apreciado por su carne, piel y astas. Por tales atributos, es una de las especies silvestres que mas se cazan en México, de manera particular, en los estados del noreste del país, donde se ha demostrado su rentabilidad, lo que ha motivado a los

ganaderos de esa región a desarrollar las bases para una nueva forma de diversificación productiva de sus predios, a través del manejo de fauna silvestre, con base en el derecho que la ley les otorga. Hoy día, en más de 28 millones de hectáreas, distribuidas a lo largo y ancho de la República Mexicana, se realizan actividades económicas relacionadas con el aprovechamiento de fauna silvestre, en cuyo caso el venado cola blanca tiene una gran importancia.

En esta investigación se generó una propuesta alternativa, que puede ser utilizada por la autoridad competente, para una mejor y más confiable gestión de la fauna silvestre. Se trabajó sobre una población de venado cola blanca de Coues *O. v. couesi* (Coues y Yarrow 1875), en una región donde nunca antes se había realizado investigación sobre esta subespecie; Sierra del Laurel, en el municipio de Calvillo, Aguascalientes.

Se caracterizó el hábitat y se hicieron comparaciones de interés para explicar su variabilidad con base en sus atributos biofísicos. Se realizó un estudio poblacional del venado de Coues para conocer su tamaño y estructura. Se explicaron las variaciones de su abundancia, a partir de los atributos del hábitat, y se identificaron cuales de ellos influyen en la densidad del venado. Se analizó el aprovechamiento del hábitat por el venado de Coues y se logró conocer cuales atributos biofísicos de su entorno, influyen en su selección por un determinado sitio.

Finalmente, se integró la metodología HSI (Índices de Aptitud de Hábitat, por sus siglas en inglés), y tecnología de los Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota (SIG-PR), con la información generada, para zonificar Sierra del Laurel en varios hábitats, en donde la variabilidad espacial de la población de venados es susceptible de ser evaluada y analizada mediante mapas digitales, lo que permitió identificar los sitios con mayor potencial de aprovechamiento de ejemplares, para un hipotético programa de aprovechamiento cinegético, o bien para recomendar actividades de recuperación de hábitat.

Los resultados del presente trabajo pueden contribuir para que la autoridad reguladora de la vida silvestre, tome mejores decisiones sobre el fomento, conservación y aprovechamiento de especies de fauna de alto valor cinegético, económico, cultural o emblemático

Objetivos

Objetivo general

Generar conocimiento sobre la población del venado de Coues en la Sierra del Laurel, las características biofísicas de su hábitat y los factores que determinan su selección por parte de la especie, para contribuir en la elaboración de una propuesta de gestión para su fomento, aprovechamiento y conservación.

Objetivos específicos

- Caracterizar los atributos biofísicos del hábitat dentro de cada tipo de vegetación en la Sierra del Laurel.
- Estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en los tres tipos de vegetación del área de estudio.
- Determinar la estructura poblacional del venado cola blanca en el área de estudio.
- Identificar los atributos biofísicos que influyen en la selección del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel.
- Elaborar una propuesta de zonificación de la Sierra del Laurel, con base en la abundancia del venado de Coues, estimada a partir de los estudios poblacionales y los modelos de selección de hábitat generados

Hipótesis

- Existen diferencias importantes entre los tipos de vegetación en la Sierra del Laurel con base en sus atributos biofísicos.
- La densidad poblacional del venado cola blanca varía entre los tipos de vegetación, de acuerdo con los atributos biofísicos del hábitat.
- Al menos un tipo de vegetación tiene mayor probabilidad de aprovechamiento por el venado cola blanca, con base en sus atributos biofísicos.

Revisión de literatura

El Venado cola blanca

La importancia de los cérvidos en México ha sido ampliamente discutida y documentada. Mandujano (2004) cita 502 estudios realizados entre 1850 y 2001 relacionados total o parcialmente con diferentes especies o subespecies de venado, de los cuales 75% corresponden al venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann 1780) (Ramírez-Pulido *et al.* 1993). Esta especie es originaria de América, y es uno de los herbívoros silvestres de más amplia distribución en el continente. Se le encuentra en toda Norteamérica, con excepción de la península de Baja California, la porción suroeste de los EE.UU., y gran parte del sur de Canadá. Hacia el sur, se le encuentra por Centroamérica hasta Perú y Bolivia por el oeste, y Venezuela y Norte de Brasil (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

En México el venado cola blanca se encuentra en todo el territorio nacional, con excepción de la península de la Baja California (Leopold 1985, Galindo-Leal y Weber 1998), prefiere áreas boscosas no muy densamente arboladas para refugiarse pero se puede encontrar en una gran variedad de ecosistemas como bosques templados y tropicales, pastizales templados, chaparrales, desiertos, bosque tropical caducifolio y matorral (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

Su adaptación, tamaño, amplia distribución, calidad de su carne para el consumo humano y la estética de sus astas, han hecho del venado cola blanca una de las especies cinegéticas más importantes de Norteamérica y la más manejable en forma intensiva y extensiva en México (Galindo-Leal y Weber 1998, Villarreal 1999).

El venado cola blanca ha sido clasificado de la siguiente manera (Álvarez-Romero y Medellín 2005):

- Reino: ANIMALIA
- Phylum: CHORDATA
- Clase: MAMMALIA
- Orden: ARTIODACTYLA
- Familia: CERVIDAE

-
-
- Nombre científico: *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780)
 - Nombre común: Venado cola blanca. (Español), White-tailed deer (Inglés).

El venado cola blanca es una especie de cérvido mediano, caracterizado por un cuello largo y relativamente grueso, patas largas, hocico alargado y orejas grandes. Las partes superiores son, durante el verano, de color café castaño brillante o un poco grisáceo y más grisáceo o pardo en el invierno. El pelaje es blanco en las partes ventrales, la porción inferior de la cola, garganta y una banda alrededor del morro y de los ojos. El pelaje en invierno se caracteriza por pelos más gruesos, tubulares y rígidos. Los juveniles presentan manchas blancas (moteados). Las astas son exclusivas de los machos, y se encuentran en la parte superior de la cabeza, a la altura de las orejas, con una rama principal que se dobla hacia el frente y alrededor de cinco puntas verticales. Existe gran variación, sobre todo de talla, en las diferentes subespecies de este venado. En Norteamérica, los venados pierden las astas entre enero y marzo y las nuevas empiezan a crecer entre abril y mayo, perdiendo la cubierta de piel entre agosto y septiembre. Estas adquieren su talla máxima entre los cuatro y cinco años de edad. Presenta glándulas metatarsales y a diferencia del Elk (*Cervus elaphus*) no presenta caninos superiores (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

Los venados cola blanca pueden correr hasta 64 km por hora y son muy buenos nadadores. Se pueden encontrar en una gran variedad de ecosistemas. Se alimentan de pastos, hongos, nueces, líquenes o ramonean el follaje y ramas tiernas de arbustos. Esta especie generalmente no forma grandes agrupaciones y la unidad social básica está compuesta por una hembra adulta, su hija y las dos crías de la temporada más reciente. La reproducción puede ocurrir a lo largo de todo el año, con picos de apareamiento dependiendo del área de distribución. Aunque son sexualmente maduros al año, generalmente ninguno de los dos sexos se aparea antes de los dos años de edad. Las hembras son estacionalmente poliéstricas con un ciclo estral de 28 días aproximadamente y un estro que dura 24 horas. La gestación tiene una duración de 195 a 212 días. Generalmente las hembras dan a luz una cría en su primera camada y dos de manera subsecuente; a veces tres o hasta cuatro. Los venados cola blanca no viven más de 10 años en vida libre, pero se estima que puedan llegar a vivir alrededor de 20 años (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

Las medidas morfométricas de la especie son: longitud de cabeza y cuerpo: 850 a 2,100 mm., longitud de la cola: 100 a 350 mm., altura al hombro: 550 a 1,143 mm., longitud de la pata trasera: 140 a 229 mm., longitud de la oreja: aproximadamente la mitad de la longitud de la cabeza. Su peso corporal es de 18 a 215 kg. (Álvarez-Romero y Medellín 2005).

Esta especie ha sido cazada por muchos años, tanto por su carne y piel, como por deporte, lo que en apariencia no ha traído una reducción importante en las poblaciones. Sin embargo, en México y Centroamérica, sus poblaciones sí han sido afectadas y han existido múltiples translocaciones, por lo que es probable que muchas de las poblaciones originales ya no existan en sus áreas de distribución primigenias.

La variabilidad genética de la especie ha resultado en 14 subespecies en la República Mexicana (Figura 1.1), las cuales se enlistan a continuación (Villarreal 1999, Ramírez-Pulido *et al.* 1993):

- *Odocoileus virginianus acapulcensis* (Caton 1877).
- *Odocoileus virginianus carminis* (Goldman y Kellogg 1940).
- *Odocoileus virginianus couesi* (Coues y Yarrow 1875).
- *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin 1788).
- *Odocoileus virginianus miquihuanensis* (Goldman y Kellogg 1940).
- *Odocoileus virginianus nelsoni* (Merriam 1898).
- *Odocoileus virginianus oaxacensis* (Goldman y Kellogg 1940).
- *Odocoileus virginianus sinaloae* (J. A. Allen 1903).
- *Odocoileus virginianus texanus* (Mearns 1898).
- *Odocoileus virginianus thomasi* (Merriam 1898).
- *Odocoileus virginianus toltecus* (Saussure 1860)
- *Odocoileus virginianus truei* (considerada como subespecie *mayensis*).
- *Odocoileus virginianus veraecrucis* (Goldman y Kellogg 1940).
- *Odocoileus virginianus yucatanensis* (Hays 1872).

Según Sánchez *et al.* (1998), la *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres* (CITES, por sus siglas en inglés) considera en su lista, como subespecie, el nombre *Odocoileus virginianus mayensis*,

para ejemplares originarios de Guatemala. Estos autores señalan que en ese país se han registrado las subespecies *O. v. nelsoni*, *O. v. thomasi*, y *O. v. truei*, sin que la mayoría de los tratados consideren taxonómicamente válida una variedad "mayensis". En los tratados taxonómicos revisados hasta 1991 no se reconocía una subespecie "*Odocoileus virginianus mayensis*" y Wilson y Reeder (citados por Sánchez *et al.* 1998), indican que para esa fecha estaba en proceso el retiro de este taxón de las listas CITES, aunque esto no había ocurrido hasta septiembre de 1997.

La subespecie Coues

Entre estas 14 subespecies de venado cola blanca, *Odocoileus virginianus couesi* (Coues y Yarrow 1875) (Ramírez-Pulido *et al.* 1993), es una de las de mayor interés cinegético y la que ocupa mayor territorio, con un 30.4% de la república mexicana (Villarreal 1999, Galindo-Leal y Weber 1998). Su distribución (Figura 1.1) abarca desde Arizona, en los Estados Unidos de Norteamérica, hasta Jalisco en México, a lo largo de la Sierra Madre Occidental (Ezcurra y Gallina 1981). Sobre el venado de Coues, Mandujano (2004) cita 17 trabajos de Weber, 16 de Galindo-Leal, y un libro de ambos autores. Aún cuando el venado de Coues es la subespecie de mayor distribución en México (Villarreal 1999, Galindo-Leal y Weber 1998, Mandujano 2004), los estudios realizados de esta subespecie son inferiores a lo esperado (Mandujano 2004). Esta falta de conocimiento demuestra la necesidad de profundizar en estudios regionales en su área de distribución para evaluar el estado de sus poblaciones y evitar su aprovechamiento excesivo.



Figura 1.1. Distribución de las subespecies de venado cola blanca en México (Villarreal 1999).

Importancia cinegética

Galindo-Leal y Weber (1998) mencionan que el venado de Coues representa la subespecie mas importante para la cacería deportiva, con un número de permisos seis a ocho veces mayor que el venado cola blanca texano, este último con una gran demanda a nivel nacional e internacional, pero con una menor distribución geográfica. Estos mismos autores citan que el turismo cinegético internacional para la caza del venado de Coues ha ido en aumento, en especial en los estados norteños de Sonora y Chihuahua. En la actualidad, el valor de una cacería de Coues en México oscila entre 2,000 y 4,000 dólares americanos, en función del área de caza y los servicios que se ofrecen al cazador (Alejandro Gómez Oliveros, Explorer Safaris/Campfire SA de CV, comunicación personal). Actualmente, *O. v. couesi*, junto con *O. v. texanus*, *O. v. miquihuanensis* y *O. v. carminis*, es una de las cuatro subespecies que califican en el libro de registros del Boone & Crockett Club, como trofeos de caza mayor (Galindo-Leal y Weber 1998, Villarreal 1999, Villarreal-Espino B. 2002), aunque ya se trabaja para incluir al *O. v. mexicanus* (Galindo-Leal y Weber 1998, Villarreal-Espino B. 2002).

Importancia étnico-cultural

En los apartados anteriores, se ha visto como el venado cola blanca constituye un recurso natural valioso en términos cinegéticos y económicos, y buena parte de las políticas aplicadas para su gestión y conservación atienden esta valoración y su relación con los usuarios que le aprovechan. En consecuencia, aun la forma de medir el éxito de México en cuanto a la aplicación de dichas políticas es difícil, pues lo que para unos puede ser considerado como “éxito” (empresarios-ganaderos-usuarios de fauna cinegética, por venta de servicios), para otros puede ser un rotundo fracaso (ecólogos, biólogos de la conservación, o grupos étnicos que ven amenazados sus valores culturales).

Aun cuando las UMA en los estados fronterizos del norte de México han complementado significativamente la economía pecuaria de aquella región, y en algunos casos incluso la han superado (Guajardo y Martínez 2004), existen casos relacionados con grupos étnicos, que sugieren que este nuevo enfoque de aprovechamiento de fauna, no es del todo exitoso en términos de conservación, ni de “sustentabilidad”.

La diversidad, riqueza y precisión del conocimiento tradicional indígena, en la gestión de los recursos naturales, tanto terrestres como marinos, han sido ampliamente documentados (Agraz y Gómez 2007), y aún cuando en las leyes forestal y de vida silvestre vigentes ya se reconoce el derecho de los indígenas sobre los usos y costumbres ancestrales sobre los recursos naturales, en la práctica hay mas fracasos que éxitos.

Un caso que constituye un ejemplo de fracaso, es el de la etnia *Cucapá*, en el Golfo de California. El 10 de junio de 1993 el Alto Golfo y el Delta del Río Colorado fueron decretados *Reserva de la Biosfera*. Esta iniciativa ambiental tuvo la finalidad de conservar especies endémicas del Golfo de California como la totoba, la curvina y la vaquita marina. A partir de entonces, a los pescadores *Cucapá* se les prohibió pescar en lo que fue su espacio marino ancestral, afectando sus actividades de subsistencia.

La *Comisión Nacional de los Derechos Humanos* (CNDH) emitió una recomendación (08/2002) a los organismos federales encargados de instrumentar dicho decreto, a fin de que a esta etnia se le permita la pesca en la zona núcleo de la reserva. Dicha

recomendación afirma que “*los derechos humanos han sido conculcados, al impedirle a esta etnia mantener sus usos y costumbres, por ser su única forma de sustento económica y de alimentación*”. La pesca, es fuente de ingresos de 32 familias, que poseen 25 pangas y capturan apenas el 10% de la cuota recomendada. Año con año los enfrentamientos con SAGARPA y PROFEPA continúan (Agraz y Gómez 2007).

Existen ejemplos de UMA, en comunidades y ejidos, y uno bien documentado (e incluso promocionado como todo un éxito de conservación), es el del pueblo *Comca'ac*. El problema fundamental de los *Comca'ac* es el de la defensa del territorio, tanto terrestre como marino, que es frecuentemente invadido por “otros intereses” del aprovechamiento múltiple. Su estado de marginación política y económica, trasciende hasta el ámbito de su calidad de vida, en especial en el sector de la salud. Aunque con sus particularidades, este problema los hermana a otras comunidades indígenas de México (Agraz y Gómez 2007).

Los *Comca'ac* están incorporando a su dinámica de subsistencia, programas de desarrollo sustentable. Destaca la gestión de su territorio bajo la figura de UMA, derivada de la política ambiental nacional desde 1996 (una UMA para el ejido y otra para los bienes comunales de la isla Tiburón). La gestión de las UMA del territorio *Comca'ac* es ejemplo dentro de la política ambiental nacional, ya que han sido la plataforma exitosa de reproducción del borrego cimarrón, (especie que está en proceso de ser considerada fuera de peligro de extinción), porque está organizada por el Gobierno Tradicional *Comca'ac* y ha significado el ingreso de recursos económicos para la comunidad, aunque de manera muy conflictiva (Agraz y Gómez 2007).

Su territorio continental está amenazado. De hecho, existen dos áreas invadidas, que aunque se resolvió judicialmente a favor de los indígenas, aún no ha terminado dicho conflicto. La UMA continental está en riesgo, pues a su alrededor existen ranchos registrados como UMA, a los cuales se les concede permisos de cacería de cimarrón, pero que no respetan los límites de su propiedad. Por otro lado, la isla Tiburón siempre ha estado en los planes de los grandes desarrollos turísticos y, últimamente, la administración de la UMA se mantiene bajo el acecho de grupos cinegéticos regionales (Agraz y Gómez 2007).

Así, la llegada de la política ambiental al territorio *Comca'ac* ha sido ambivalente. Por un lado, ha sido la base del desarrollo de las UMA. Mientras que por otro lado, significó la prohibición unilateral de dos especies fundamentales de la cultura *Comca'ac*: el venado bura y la tortuga marina (prieta). Estas dos especies, eran parte importante de su dieta tradicional, hasta que les fue prohibido su consumo. El impacto ambiental, económico, cultural y nutricional de la veda de ambas especies, merece una valoración puntual, como parte del proceso de Ordenamiento Marino del Golfo de California (Agraz y Gómez 2007).

Hay otros casos, que ni siquiera han tenido la oportunidad de documentarse como tales, porque aun permanecen excluidos de las ventajas de la “diversificación productiva” y la “conservación oficial”, como el que afortunadamente, pudo conocerse en el transcurso de esta investigación. El caso de la etnia Huichola.

El pueblo Huichol se llama a sí mismo *Wirrárika* o *Wirraritari* (en plural). Se desconoce hasta el momento si la palabra “huicholes” proviene de una deformación del término *Wirrárika*. Los Huicholes habitan en los municipios de Mezquitic y Bolaños, del norte de Jalisco; La Yesca y el Nayar, en Nayarit, y hay grupos minoritarios en los estados de Zacatecas y Durango. Son cinco los centros ceremoniales en donde se instalan los gobiernos tradicionales: San Andrés Cohamiata (*Tateikie*), Santa Catarina Cuexcomatlán (*Tuapurie*), San Sebastián Teponahuaxtlán (*Wautia*) y Tuxpan de Bolaños (*Tutsipa*) en el estado de Jalisco, y Guadalupe Ocotán (*Xatsitsarie*) en Nayarit (CDI 2008), justo en el corazón de la distribución del venado de Coues (Galindo Leal y Weber 1998).

La población Huichola se asienta de manera dispersa en el territorio. Mientras que en Jalisco los Huicholes han logrado impedir el asentamiento de mestizos al interior de sus comunidades, en Nayarit es frecuente la convivencia en el mismo territorio con Coras o mestizos (CDI 2008).

Las actividades productivas son básicamente para el autoconsumo: agricultura, pesca y caza. Los cultivos principales son el maíz, la calabaza, el amaranto, el frijol y el chile. Para labrar la tierra se sigue utilizando el sistema de estacas y cuando el terreno lo permite se trabaja con yunta de bueyes. Todas las tierras de labor son comunales. Las superficies cultivables son escasas debido a la inclinación del terreno. Las áreas

boscosas de la región son, en su mayoría, aprovechadas por compañías del estado de Jalisco. El aprovechamiento forestal ha dado beneficios mínimos a la población local y ha incrementado la erosión de los suelos (CDI 2008).

Los Huicholes tienen su propia concepción sobre su origen e historia, en donde la memoria colectiva se refiere a aquellos hechos que tienen una significación cósmica. Para ellos, la historia "cósmica o verdadera" se encuentra plasmada en los mitos, en el arte y en todas las manifestaciones simbólicas del pueblo. Los mitos son el modelo de todas las acciones que tienen sentido en la sociedad; es por eso que el Huichol siembra, caza y participa en las mismas ceremonias de sus antepasados. Para él, el mundo tiene una dimensión sagrada que es considerada de gran poder y cuya intervención está a cargo de especialistas como los *mara'akate* (plural de *mara'akame*), quienes por medio del sueño penetran en el mundo de los dioses estableciendo un nexo entre lo sagrado y lo profano (CDI 2008).

Una de las características principales de su religión es la asociación que se da entre el maíz, el venado y el peyote. Su mitología, en general, hace referencia a estos elementos, por lo que los rituales, las fiestas, la organización material y temporal de la vida giran muchas veces alrededor de ellos. El maíz y el venado representan el sustento vital, en tanto que el peyote es el medio más importante para trascender el mundo profano y la manifestación material más obvia de lo sagrado. Los dioses son considerados como antepasados, en tanto que los parientes muertos pueden llegar a ser semidivinizados. De esta manera, la muerte establece un lazo más con lo sagrado (CDI 2008).

Lamentablemente, uno de los elementos básicos de la trinidad *Wirrárika*, que es objeto de esta investigación doctoral, enfrenta el peligro de desaparición, paradójicamente alentado por lo que debiera ser el principal fundamento de su conservación. Esta especie ha escaseado notablemente por la cacería desmedida y el aprovechamiento expoliativo del bosque, a grado tal, que hoy se considera una especie amenazada y sujeta a permisos especiales de aprovechamiento en el estado de Durango (Soledad 2008).

La importancia cultural del venado para el pueblo Huichol lo recogió Soledad (2008) del Sr. Margarito Díaz González, Huichol de Aguamilpas, Nayarit, por lo que lo transcribo íntegro:

“...En la vida de los wirrarika, es importante llevar a cabo las fiestas tradicionales. A diferencia de algunas fiestas que realizan nuestros hermanos mestizos en las cuales festejan algunos acontecimientos, las fiestas tradicionales de nuestro pueblo son parte importante que heredaron nuestros antepasados a través de varios cientos de años, para obtener de nuestros dioses su bendición, ya que van mas allá de ser una celebración y, agradecidos que les hagamos fiesta, nos bendicen dándonos vida, salud, alimentos y lluvia (...)

En algunas de nuestras fiestas, como la del tambor se ocupa el venado, el pescado, el guajolote silvestre y en ocasiones el jabalí, la iguana y el conejo, que por parte del gobierno esta prohibido matar. (...) Esto nos pasa con la caza del venado ya que la policía judicial o el ejército mexicano nos quitan las armas que utilizamos para cazarlo y en algunos casos nos detienen culpándonos de que realizamos otro tipo de actividades que están fuera de la ley [narcotráfico].

Quiero que sepan que el no contar con el venado para la fiesta tradicional, es una desgracia, ya que esta ofrenda se le promete al Dios y al no cumplir cae sobre nosotros o sobre nuestra familia enfermedades o muerte, que ninguno de nosotros lo deseáramos (Díaz, 1996: s/p)....”

No queda duda entonces, que el venado desempeña un papel único y fundamental en la vida religiosa el pueblo Huichol, donde su sangre es la ofrenda principal para sus dioses y el elemento primario de sacralización de todas las cosas (Lámina 1.2) (Tescari 2001).

Es el venado, por sí mismo, una entidad divina que se representa en múltiples versiones y se evoca en toda clase de ritos. En su religión, el *mara'akame* o chamán, es el representante del *márra* (venado), e intermediario entre éste y su pueblo. Así, por antonomasia víctima sacrificial, el venado conjuga muerte y renacimiento espiritual; sacrificio y metamorfosis desde su forma primordial, la del ancestro o hermano *Tamátz Kaûyumári* (Lámina 1.3) que desde su peregrinaje a Wirikuta y en todas sus aventuras

iniciáticas, enseña que mas allá de cada prueba y cada sacrificio, está la realización de esos poderes latentes que son connaturalizados a todo ser (Tescari 2001).



Lámina 1.1. Ofrenda votiva de venado en el santuario Huichol del Cerro del Quemado, Real de Catorce, San Luís Potosí.



Lámina 1.2. Representación artística de *Tamátz Kaûyumári* o el Venado Azul, emergiendo del sueño producido por el *Jicuri*. Mural anónimo en el hotel “Mony”, estación Wadley, antesala de Wirikuta, el desierto sagrado. Municipio de Real de Catorce, San Luís Potosí.

De acuerdo con el relato de un *mara'akame* que por todo nombre dijo llamarse “*Pancho*”, fue posible recoger no sólo testimonio de preocupación en torno al futuro del venado, al cual va indisolublemente unido el de su propio pueblo, sino que pudo constatarse el misticismo que encierra la caza ritual del venado azul, ya transformado en *Jicuri* (peyote, otra especie en peligro), que de acuerdo con los creyentes, es el regalo que dejó a los hombres *Tamátz Kaûyumári* con su corazón (*iyán*), después de la primera cacería en el desierto sagrado de Wirikuta.

En las pocas pero memorables veces que fue posible conversar con este personaje, se tuvo conocimiento de las frecuentes invasiones de grupos de “cazadores” mestizos a los territorios *Wirárika*, que al amparo de “permisos” o sin ellos, se dedican a cazar a placer al venado cola blanca, llegando, irónicamente, a culpar al propio pueblo Huichol, de la disminución de sus poblaciones (Lámina 1.4).



Lámina 1.3. Registro de testimonios del problema del venado para el pueblo *Wirrárika*. De izquierda a derecha, el *mará'akame* Pancho con su pequeño hijo, el guardabosque Carlos Alberto Muñoz Molina (Chamán, q.e.p.d), y el autor.

Irónicamente, los únicos esfuerzos “conservacionistas” documentados para con la nación *Wirrárika*, se han dado más en relación con el *Jicuri*, que con el venado, y no precisamente en el ámbito federal. En 1994, el Ejecutivo de San Luís Potosí, decretó sitio de patrimonio histórico, cultural y *Zona sujeta a Conservación Ecológica* del grupo étnico *Wirrárika* a los lugares sagrados y a la ruta histórico cultural ubicada en los municipios de Villa de Ramos, Charcas y Catorce de ese estado, con el propósito de “...proteger y preservar los lugares sagrados de la peregrinación del grupo étnico *Wirrárika* y el sitio denominado *Wirikuta*; y a fin de hacer congruentes las acciones del Gobierno con las disposiciones legales que se relacionan con la protección del equilibrio ecológico, el medio ambiente y el patrimonio cultural e histórico...” (INE 2008).

No obstante, la invasión, saqueo y destrucción de los lugares sagrados, ha prevalecido. En 2001, la CNDH emitió una recomendación (014/2001), en la que se establecía textualmente que “...*el Gobierno del Estado de San Luis Potosí ha incurrido en una violación a los derechos humanos de los agraviados, al verificarse una violación a los derechos de los indígenas, pues al haber omitido implementar las acciones necesarias para proteger el sitio sagrado conocido como Wirikuta (Cerro del Quemado), ha propiciado que se atente contra la conservación y desarrollo de la cultura, usos y costumbres del grupo étnico Wirrárika (huichol), no obstante la obligación que le asistiría en tal sentido, de conformidad con las disposiciones legales referidas en el cuerpo del presente documento*” (el decreto de protección citado en la recomendación) (CNDH 2001).

En el territorio *Wirrárika* existen pocas UMA establecidas; tres en la parte jalisciense (dos en Mezquitic y una en Bolaños), y cinco en la parte nayarita (tres en el Nayar y dos en La Yesca) (SEMARNAT 2008), lo que pudiera sugerir que existe poca presión por parte de las UMA hacia los territorios ancestrales *Wirrárika*. Sin embargo, existen antecedentes de conflictos por la tierra entre esta étnia y los mestizos, de poco más de medio siglo de antigüedad, y de los que apenas si han avanzado en el proceso de alcanzar su reunificación territorial y cultural. Tal fue el caso en que el *Tribunal Unitario Agrario* (TUA) número 13 de Jalisco, le restituyera a la comunidad indígena de San Sebastián Teponahuatlán 715 hectáreas del cerro La Campana, que estaba en manos de "pequeños propietarios" de Puente de Camotlán, municipio de La Yesca, Nayarit (La Jornada 2002).

Los *Wirraritari* comenzaron el trámite de confirmación y titulación de tierras comunales en 1950 (aunque tienen títulos virreinales que datan de 1725) y en 1953 les fue entregada la resolución presidencial. En el camino tuvieron que luchar con poderosos intereses creados de decenas de ganaderos mestizos, apoyados por gobernadores de Nayarit y Zacatecas, que invadieron más de 30 mil hectáreas de territorio *Wirrárika* y solicitaron que se excluyeran los predios quitados de la resolución de San Sebastián. Sin embargo, el proceso de rescate de su unidad territorial, no ha estado exenta de violencia, pues durante el citado proceso de recuperación del cerro de La Campana "... *los posesionarios han golpeado gente, que son de los que más han*

resistido y defienden su ojito de agua; llegan, tumban las alambradas y meten su ganado; incluso han mandado a la Judicial de La Yesca, y ahorita están detenidos dos wirras que agarraron en el camino, se los llevaron sin orden de aprehensión a Tepic, no les dieron oportunidad de un abogado ni de hablarle a la gente de su comunidad...” (La Jornada 2002).

Al margen del clima de tensión que este pueblo enfrenta en relación con su integridad territorial, el apoyo gubernamental para la étnia *Wirrárika* ha sido limitado; hasta 2004, la SEMARNAT solo apoyó dos proyectos: a) uno para la realización de “*Talleres y encuentros para la conservación de la Ruta y Santuarios Huicholes que incluyen regiones, cuencas y especies prioritarias en el estado de Zacatecas*”, por PRONATURA, y b) otro para la “*Capacitación para la gestión del desarrollo sustentable de la comunidad de Santa María Huazamota, Mezquital, Durango*”, por Primera Fundación A.C. (SEMARNAT 2004). Hasta donde ha sido posible documentar, no hay evidencias de proyectos que consideren al venado cola blanca y su importancia dentro de la vida, cosmovisión, usos y costumbres del pueblo *Wirrárika*, elemento cultural que al igual que su integridad territorial, también está amenazado.

Esta fuera de duda la importancia mística y cultural del venado cola blanca en la cultura *Wirrárika*, aunque es un hecho que esta subvalorada en relación al valor económico. Si este recurso es conservado, incluso con el costo de prohibir su caza “legal” en UMA, en los territorios de caza ancestrales del pueblo *Wirrárika*, se habrá dado un gran avance en la valoración de este recurso natural.

Vale entonces preguntarse, cual de los sectores usuarios de este recurso, valorará mas el trabajo científico y el esfuerzo para conservar al venado de Coues; ¿el cazador que sólo persigue satisfacer un lujoso y caro “deporte”, por el cual esta dispuesto a pagar entre dos y cuatro mil dólares? ¿O el alma colectiva de un pueblo, que ya protegía, conservaba y veneraba el venado miles de años antes de que nosotros los mestizos, a quienes ellos llaman “*teiwaris*” (primos), llegáramos a convertirlos en bienes de consumo?

Estimación de la densidad

Ya se ha mencionado que los estudios poblacionales son un elemento importante en la normatividad del aprovechamiento de la fauna silvestre y, en especial, en el caso del venado cola blanca. Más allá de los trámites, los estudios poblacionales son una herramienta importante en la gestión de aprovechamientos perdurables de fauna silvestre y deben su razón de ser a esta necesidad, pero no constituyen el único sustento para un programa de aprovechamiento en el largo plazo. El valor de los estudios del aprovechamiento de hábitat como herramienta en la gestión y conservación del venado cola blanca en Aguascalientes, se discute a profundidad en el capítulo IV de esta tesis, así como en una contribución derivada de esta (Medina-Torres *et al.* En prensa).

Ya se trate de establecer políticas para la recuperación de una especie amenazada o en peligro de extinción, o de realizar la gestión de una especie cinegética orientada a su aprovechamiento perdurable, el conocimiento acerca del tamaño de su población es fundamental. Un censo, es decir, el recuento de todos los individuos de una población en un espacio y tiempo determinados, constituye el ejemplo ideal de este conocimiento. Ya que en la naturaleza y en especies silvestres es raramente posible realizar censos, es necesario estimar el número de individuos presentes en una población. Para que dicha estimación sea confiable, debe acompañarse de una medida de dispersión que indique la probabilidad de que dicha estimación se acerque de manera verosímil a la realidad. La estimación y su grado de precisión se logran a través de un muestreo al azar. Para definir la precisión de la estimación, es necesario realizar un muestreo preliminar, con el fin de conocer la variabilidad de los datos, así como la distribución espacial de las observaciones (Galindo-Leal y Weber 1998).

La estimación poblacional en el caso de cualquier plan de gestión del venado cola blanca, es necesaria para definir tasas confiables de aprovechamiento de machos y hembras, realizar ajustes en la relación machos:hembras, conocer el porcentaje de supervivencia de cervatos y la posible incidencia de depredadores sobre los mismos y, sobre todo, conocer si la población está por encima o por debajo de la capacidad de sostenimiento del hábitat (Villarreal 1999), concepto que se tratará en otro apartado

mas adelante. Sin estos conocimientos debidamente validados, cualquier intento de gestión del venado cola blanca es mera especulación.

De acuerdo con la disponibilidad de recursos materiales, humanos, económicos y tiempo, debe elegirse el procedimiento de muestreo, y definir el tamaño y forma de las unidades de muestreo. Galindo-Leal y Weber (1998) han establecido una guía a seguir en una estimación poblacional de venados:

- a. Escoger el tipo de muestreo.
- b. Hacer muestreo preliminar al azar.
- c. Determinar la variabilidad de los datos.
- d. Determinar la distribución espacial.
- e. Definir la precisión requerida.
- f. Determinar el número de muestras.
- g. Realizar el muestreo al azar.
- h. Obtener la estimación e intervalos de confianza.

Estaría fuera del propósito y de los alcances de esta investigación, hacer una descripción detallada de las técnicas de estimación poblacional de venados que se han desarrollado a través del tiempo. No obstante, puede hacerse una breve síntesis de los métodos más usuales, los que pueden agruparse en dos grandes categorías: a) muestreos directos y b) muestreos indirectos.

Métodos directos. Se hace un recuento físico aéreo o terrestre de los venados observados a lo largo de recorridos o rutas predefinidas, de longitud conocida y ancho medible o estimable, de tal forma que se determina el área total en la cual los venados fueron contados (Villarreal 1999). Genéricamente, la densidad de población se obtiene dividiendo el número de venados observados entre el área sobre la cual se contaron. Ofrece la ventaja de que es posible determinar la estructura de la población (clases de edad, relación de sexos). Existen algunas variaciones:

- a. Recuento de individuos a lo largo de un transecto.

La ventaja principal de estos métodos, es que ofrecen mayor confianza dado que se emplean observaciones de individuos. En contraste, tienen la desventaja de que su

utilidad es limitada en condiciones de topografía accidentada y vegetación densa, ya que ello disminuye la probabilidad de que los ejemplares puedan ser vistos y contados. Con frecuencia, el número de observaciones registradas no es suficiente para obtener una estimación confiable y el incremento del tamaño de muestra no siempre es una opción, ya que demanda más tiempo para los recorridos. Se reconocen tres: i) Observación directa diurna, a pie, a caballo o en vehículo; ii) Recuento físico nocturno de venados con luz artificial (lamparero) y iii) Recuento de individuos con helicóptero.

i) Observación directa diurna, a pie, a caballo o en vehículo.

Método confiable, siempre y cuando se cuente con personal con la suficiente experiencia, tanto en la detección de animales como en el conocimiento del terreno. Los recorridos deben estar señalados de antemano y de preferencia deben abarcar todos los tipos de vegetación del área de estudio. El ancho del transecto puede establecerse previamente, o bien ser determinado a partir de las distancias perpendiculares a las que fueron observados los venados (Villarreal 1999). Este autor recomienda aplicar el muestreo a finales de octubre y durante noviembre, ya que en esta época las hembras paridas (de julio a agosto) se presentan acompañadas de los cervatos sobrevivientes a las pariciones. Otra ventaja es que los machos ya tienen completo el desarrollo de sus astas, lo que permite evaluar sus características cinegéticas. Cuando el terreno no es apto para el ingreso de vehículos, debe considerarse el uso de caballos o, en su defecto, realizar los recorridos a pie, aunque es altamente recomendable el uso de caballos, ya que los venados permiten al observador una mayor aproximación (observación personal). Se recomienda que el equipo de muestreo esté integrado por dos personas, aunque no es difícil que un solo observador realice con éxito el muestreo. El instrumental necesario se compone de binoculares de 7 x 35 aumentos, un navegador satelital con capacidad de error no mayor a tres metros, un telémetro (óptico o láser) para el registro de la distancia al venado observado (distancia de escape) y una bitácora o formato de registro. Tanto el recorrido como las observaciones deben ser georeferenciadas en el navegador satelital, y posteriormente pueden ser transformados en archivos desplegados en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Una opción en lugar de la bitácora, es el

empleo de una pequeña grabadora donde el observador experimentado puede hacer el registro de sus observaciones. Si un solo observador realiza el muestreo, debe llevar al menos un equipo de comunicación que le permita solicitar y recibir auxilio, en caso de accidente (teléfono celular o radio).

ii) Recuento físico nocturno de venados con luz artificial (lamparero).

Es uno de los métodos directos mas sencillos, económicos y de gran aceptación en el sur de Texas, EE.UU., Consiste en realizar recorridos en vehículos automotores a lo largo de rutas predefinidas y de longitud conocida. La distancia de observación puede definirse de antemano, de acuerdo con la topografía del terreno y la vegetación existente, con lo cual se define el ancho del transecto (Villarreal 1999). Una variación de esta técnica se ha desarrollado para recorridos a pie, utilizando un arnés especial donde uno de los muestreadores lleva una batería para operar el faro (Villalobos 1998), e incluso es posible realizar la operación con ayuda de caballos o burros, tal y como se descubrió que lo hacían los cazadores furtivos en las sierras de Aguascalientes en los años 80 y 90 (observación personal). Es recomendable aplicar esta técnica donde la topografía y la densidad de la vegetación no impidan la visibilidad, y sea posible el acceso en vehículos. Los muestreos deben realizarse una hora después de la puesta de sol hasta por dos a tres horas después, ya que después de este tiempo los venados se echan a rumiar el alimento ingerido por la tarde (Villarreal 1999). Deben evitarse noches de luna llena, ya que esto permite al venado mayor visibilidad y huye antes de que el equipo de muestreo se acerque lo suficiente como para observarlo. La temporada mas adecuada para el muestreo es igual que en el caso anterior.

iii) Recuento de individuos con helicóptero.

Esta técnica permite grandes tamaños de muestra y, por lo tanto, estimaciones confiables, pues es posible hacer el muestreo de 1,500 a 2,000 ha de terreno por dos a tres horas de vuelo. Recomendable en terrenos abiertos, como matorrales. Sin embargo, el procedimiento es muy costoso (Villarreal 1999). En condiciones de montaña (como en la Sierra Madre Occidental), no es una buena opción, ya que

además del alto costo, la topografía accidentada incrementa los riesgos de colisión por las turbulencias.

Métodos indirectos. Se basan en el recuento de indicios de venado (huellas o excretas), los cuales pueden realizarse ya sea en parcelas de muestreo, a lo largo de recorridos (transectos), o una combinación de ambos (parcelas sistemáticamente colocadas a lo largo de transectos). El resultado es referido a densidad de indicios por unidad de superficie (parcela, hectárea, etc.). Permiten conocer la abundancia relativa de una población, ya sea de un mismo hábitat a través del tiempo (comparaciones entre períodos), o de varios tipos de hábitat en un tiempo determinados, o la interacción de ambos (varios hábitats y períodos). Se infiere que la abundancia de individuos estará correlacionada positivamente con la abundancia de sus indicios. Bajo supuestos particulares inherentes a métodos específicos, es posible estimar de manera indirecta la densidad de individuos, a partir de la densidad de sus indicios. Cuando la topografía del terreno o la vegetación densa no permiten aplicar los métodos directos basados en el recuento físico de venados, los métodos indirectos son la elección obligada (Villarreal 1999). Se reconocen dos: i) Método de recuento de huellas, o técnica de Tyson; y ii) Método de recuento de grupos fecales de venado.

i) Método de recuento de huellas, o técnica de Tyson.

Parte del supuesto de que el número de huellas registradas a lo largo de un transecto, es proporcional a un cierto número de venados, lo que se determina con base en una fórmula matemática. Este método tiene la limitación de que no pueden registrarse huellas en suelos pedregosos o cubiertos de mantillo, ni permite determinar la estructura de la población. Este método es poco confiable y requiere de mucha experiencia de rastreo (observación personal).

ii) Método de recuento de grupos fecales de venado.

Este método fue originalmente descrito por Bennet, English y McCain en 1940 (Eberhardt y Van Etten 1956), quienes modelaron la relación entre el número de venados en un área determinada, y la densidad de sus grupos fecales y ha sido

propuesta como un método confiable para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca (Pérez-Mejía *et al.* 2004); tiene una ventaja sobre otros métodos indirectos, ya que proporciona un registro persistente de la presencia del venado en una región determinada a lo largo del tiempo (Ezcurra y Gallina 1981).

Esta técnica ha sido perfeccionada por otros autores (Eberhardt y Van Etten 1956, Van Etten y Bennett 1965, Neff 1968, y Smith 1968) y, en la actualidad, es una de las más utilizadas en estudios poblacionales de venado cola blanca en México (Ezcurra y Gallina 1981, Galindo-Leal *et al.* 1993, Valenzuela 1994, Mandujano y Gallina 1995, Galindo-Leal y Weber 1998, López-Téllez *et al.* 2007), e incluso es reconocida por la autoridad del ramo como un medio válido de estimación poblacional (Anexo A).

La técnica consiste en el recuento de grupos fecales contados en parcelas de 9.3 m² (equivalentes a 100 pies cuadrados), colocadas sistemáticamente a lo largo de transectos. De acuerdo con Smith (1968), este tamaño representa el equilibrio óptimo entre la varianza de muestreo (la cual disminuye) y el sesgo de muestreo (el cual se incrementa), en relación con el incremento del tamaño de la parcela, aunque algunos autores en México han utilizado parcelas de 10 m² (Galindo-Leal *et al.* 1993, Galindo-Leal y Weber 1998) por conveniencia al sistema métrico decimal y en razón de la poca diferencia con el tamaño de parcela establecido por Smith (1968).

El espaciamiento entre parcelas y transectos, y la longitud de estos últimos, varía en razón de las características del terreno y recursos disponibles. Se requiere de una tasa de defecación (cantidad promedio de grupos fecales que un venado depone al día), y de un tiempo de depósito (número de días que transcurrieron entre el establecimiento de la parcela, y el recuento de grupos fecales) (Galindo-Leal y Weber 1998).

La estimación del número de venados a partir de la densidad de sus excretas, se basa en un supuesto: la tasa de defecación del venado. Por ello, la principal limitación del método es la variabilidad intrínseca que puede existir en dicha tasa, ya que factores tales como la subespecie, su edad y sexo, la calidad del alimento, las condiciones de salud de los individuos, su estado fisiológico y aún las condiciones ambientales (temperatura, humedad, presencia de insectos coprófagos), pueden afectar la estimación de la frecuencia con la que un venado defeca durante el día (Eberhardt y Van Etten 1956, Neff 1968, Pérez-Mejía *et al.* 2004).

En consecuencia, es verdad que la tasa de defecación podrá presentar variaciones importantes, tal y como diversos autores han encontrado (Freddy y Borden 1983, Rollins *et al.* 1984, Rogers 1987, Sawyer *et al.* 1990; citados por Pérez-Mejía *et al.* 2004), e inclusive la tasa actualmente reconocida de 12.7 grupos fecales por venado por día propuesta por Eberhardt y Van Etten (1956), pueden llevar a estimaciones equivocadas de la población en otras regiones diferentes. Pérez-Mejía *et al.* (2004) acertadamente señalan que aplicar indistintamente tasas obtenidas de otros estudios en sitios y condiciones distintas, por necesidad conducirá a estimaciones sesgadas de la densidad de venados, con el riesgo de establecer cuotas de aprovechamiento excesivas. Lo anterior, hace necesario que para cada región del país en donde se distribuye la especie o subespecie de venado de interés, se determine una tasa de defecación específica, ya que su magnitud es esencial en el modelo de estimación que aquí se trata, y que hoy se conoce como el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956). De hecho, bajo condiciones constantes de tiempo de depósito, entre menor sea la tasa de defecación, mayor será la estimación de venados por unidad de superficie.

Otro de los factores que influyen en el modelo es el tiempo de depósito de los grupos fecales en el terreno. Este puede ser estimado (en función de la caída de las hojas en otoño, hasta el inicio de las lluvias) o conocido (limpieza de parcelas a su establecimiento, y recuento de excretas acumuladas después de un período conocido de tiempo) (Ezcurra y Gallina 1981). Esto último es deseable, ya que se disminuye el error. El tiempo de depósito es dependiente de la época del año, de la temperatura, de la presencia de insectos coprófagos y de la presencia o ausencia de lluvia (o nieve). El modelo se muestra en la Ecuación 1.1 (Ezcurra y Gallina 1981):

$$D = \frac{NP \times PG}{TP \times TD} \quad (1.1)$$

donde D = densidad de venados por unidad de superficie (ha o km²), NP = número de parcelas que hay en la unidad de superficie se interés (ha o km²), PG = promedio de grupos fecales por parcela, TP= tiempo de depósito de los grupos fecales, y TD = tasa de defecación (grupos fecales por venado por día).

Ezcurra y Gallina (1981) encontraron que los grupos fecales siguen una distribución binomial negativa, por lo que el procedimiento para estimar el error estándar es el mostrado en la Ecuación 1.2:

$$Se = \frac{\sqrt{(X + X^2) / k}}{n} \quad (1.2)$$

donde x es la media muestral de grupos fecales por parcela, k es el coeficiente de la distribución binomial negativa y n corresponde al número de parcelas empleadas). El coeficiente k se obtiene mediante la Ecuación 1.3:

$$k = \frac{x^2}{s^2 - x} \quad (1.3)$$

donde s^2 corresponde a la varianza muestral de grupos fecales por parcela (Ezcurra y Gallina 1981).

Esta técnica se recomienda en sitios con vegetación densa y topografía accidentada, donde la observación de los venados es difícil y, por consecuencia, improbable. Debe utilizarse en la época seca (enero-mayo), ya que se evita el riesgo de pérdida de excretas por acción de la lluvia o de insectos coprófagos. Para entonces, las hojas caducas han caído, lo que garantiza que las excretas permanecerán visibles. (Ezcurra y Gallina 1981, Galindo-Leal y Weber 1998).

La técnica puede utilizarse el resto del año, pero teniendo cuidado en realizar los recuentos cada 30 días como mucho, debiendo limpiar la parcela al fin de cada recuento. Cuando no se cuenta con una tasa de defecación particular para el área de interés, Pérez-Mejía *et al.* (2004) recomendaron utilizar una tasa de 25 grupos fecales por venado por día, con el propósito de evitar sobre-estimaciones, la cual constituyó el límite superior del intervalo de confianza que ellos determinaron para el estado de Puebla. Siguiendo este principio en otras regiones del país, es posible utilizar esta misma tasa de defecación, aunque siempre considerando con reserva sus resultados. Una buena medida de calibración, es realizar una estimación por observación directa, cuando ello sea posible.

El recuento de grupos fecales, cuando es utilizado como una medida relativa de la densidad del venado; permite hacer comparaciones entre tipos de vegetación, períodos de tiempo o ambos. Inclusive, la densidad de grupos fecales por parcela o hectárea permite hacer comparaciones a nivel regional, cuando se consideraron tiempos de depósito semejantes. Otra ventaja adicional, es que los datos obtenidos permiten realizar análisis de selección de hábitat mediante técnicas de regresión logística (Manly *et al.* 1993), como se verá en el capítulo IV de esta tesis. Por todo lo anterior, es que se decidió hacer uso del recuento de excretas en este trabajo de investigación.

Estructura de la población

La estructura de la población (relación de sexos, clases de edad, supervivencia, etc.), constituye otra parte fundamental sin la cual no es posible gestión alguna. La técnica del recuento de grupos fecales, por sí misma, tiene la desventaja de no permitir la determinación de la estructura de la población que hacen posible los métodos basados en observación directa (Villarreal 1999). Sin embargo, la distribución trimodal del volumen de las excretas permite hacer inferencias estadísticas sobre la distribución de estadios de desarrollo (crías-juveniles-adultos), pero no de proporción de sexos (Ezcurra y Gallina 1981, Sánchez-Rojas *et al.* 2004).

Una alternativa para la determinación de este parámetro, parece encontrarse en el desarrollo reciente de técnicas de campo indirectas, derivadas de prácticas veterinarias utilizadas en zoológicos y granjas, para evaluar concentraciones de hormonas a partir de heces de vertebrados silvestres; ésta técnica ofrece la posibilidad de generar información sobre los ciclos reproductivos, cambios estacionales en concentraciones hormonales, diferencias sexuales y de comportamiento asociadas a las hormonas, asociación entre posiciones jerárquicas, estrés y concentraciones hormonales con efectos sobre la reproducción, e incluso efectos de las actividades humanas sobre el bienestar de especies silvestres. Los estudios poblacionales de fauna silvestre basados en el recuento de heces fecales, pueden complementarse con el uso de metodologías no invasivas para la determinación de hormonas. De este modo, parámetros poblacionales como la relación de sexos, las clases de edad, la fecundidad, o aún el estrés fisiológico, son ahora posibles (Valdespino *et al.* 2007).

En el caso del venado cola blanca, se han generado algunas experiencias que permiten la determinación de la proporción de sexos y la fertilidad de hembras en cautiverio, lo que sugiere la posibilidad de extender la técnica a poblaciones silvestres (Mercado-Reyes *et al.* 2001). Sin embargo, el tiempo de depósito de las excretas y la subsiguiente degradación de las hormonas en ellas contenidas, constituyen la principal limitación para un uso confiable de la técnica. Con el propósito de generar datos válidos para ecólogos que estudian poblaciones de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en vida libre, Martínez-Romero (2004) realizó el seguimiento de excretas producidas por individuos en cautiverio y mantenidas a la intemperie hasta por cinco días, para evaluar la concentración de progesterona, estradiol y testosterona. Este estudio determinó que durante los primeros cinco días tras el depósito de las excretas, la concentración de progesterona disminuyó hasta en un 85%, lo que obliga a seguimientos mas frecuentes de las parcelas de muestreo. Sin embargo, en ese mismo estudio se encontró que la testosterona disminuye sólo un 15% para el mismo período, lo cual pudiera ser utilizado en forma mas segura y con tiempos de depósito ligeramente mayores (siete a ocho días), sólo para determinar el porcentaje de machos adultos reproductivos en la población. Otra fuente de variación no atribuible a la concentración original de hormonas, esta dada por el tipo de material utilizado para la preservación de las muestras. El uso de etanol o de azida de sodio ha demostrado ser útil para inhibir durante unas horas dicha biodegradación a temperatura ambiente (Wasser *et al.* 1998, citado por Valdespino *et al.* 2007), pero durante dicha degradación es inevitable que la concentración de los metabolitos se reduzca, mientras que la concentración de la hormona parental aumente. Lo anterior trae como consecuencia, cuando los esteroides son valorados a tiempos diferentes, variaciones “artificiales” en su concentración, la que puede aumentar o disminuir, dependiendo del equipo utilizado (Valdespino *et al.* 2007). Investigaciones recientes han demostrado que las excretas conservadas a temperatura ambiente, sufren esta alteración más que aquellas mantenidas en congelación a -20°C, aún cuando en ambos casos experimentan el mismo proceso. Por lo anterior, se recomienda mantener en congelación las excretas, antes de efectuar las evaluaciones, durante un período no mayor de cuatro meses,

pues se ha constatado que pasado este tiempo, hay un deterioro irreversible de los metabolitos (Kahn *et al.* 2002).

Lo anterior demuestra que debe realizarse más investigación sobre especies específicas de fauna silvestre, con el fin de homogeneizar criterios, metodologías, materiales y equipos para la colecta, preservación, almacenamiento y proceso de las muestras, ya que las generalizaciones son poco o nada confiables (Valdespino *et al.* 2007). Y en el caso del venado cola blanca, sería necesario un seguimiento intenso, de unas cuatro a seis semanas, con equipos o medios de congelación portátiles, ya que de ello depende la permanencia de las hormonas cuya concentración se busca medir.

Capacidad de sostenimiento

Cuando en el discurso ambiental o en la legislación en materia de vida silvestre se habla del aprovechamiento sustentable de las especies de fauna, no es coincidencia que el término haga referencia semántica al concepto del “sustento”; es decir, el alimento. En el apartado anterior se revisó todo lo relacionado con la respuesta a una de las preguntas fundamentales que deben hacerse (y responderse) en la gestión del venado cola blanca: ¿Cuántos individuos hay en la población? Interesa además, conocer si esa población puede prosperar en el hábitat; es decir, si existe suficiente alimento para que ésta pueda desarrollarse a través del tiempo, o bien para ser sujeta de un aprovechamiento que no ponga en riesgo su existencia. Para responder a esta segunda pregunta, debe conocerse el número de venados que pueden ser alimentados en una superficie determinada, bajo un aprovechamiento adecuado, por tiempo definido, sin deteriorar la condición del recurso forrajero. A tal conocimiento, se le conoce como “capacidad de sostenimiento”, y se expresa en hectáreas por unidad animal por año (ha/UA/año). (Avery 1975, Stoddart *et al.* 1975 citados por Gallina 1990, UACJ 2008). En relación a la gestión del venado cola blanca, la capacidad de sostenimiento de un predio, ecosistema o región biogeográfica, está en función directa de la abundancia y calidad del tipo de componentes vegetales que están presentes, número de especies herbívoras y densidad de individuos, y de la gestión combinada que se haga de los mismos (Villarreal 1999).

En el caso del ganado doméstico se utiliza un índice equivalente al concepto de capacidad de sostenimiento denominado “coeficiente de agostadero”, definido como la extensión de terreno necesaria y suficiente para que en ella una *Unidad Animal* (UA) pueda desarrollar en un año la función zotécnica que le corresponde, y se expresa en hectáreas por unidad animal (ha/UA) (Villarreal 1999, UACJ 2008).

La UA se considera a una vaca adulta de 454 kg de peso vivo con su cría hasta el destete. Esta unidad tiene equivalentes, basados en el peso del animal, hábitos de pastoreo y condición fisiológica, principalmente. Se considera que esta vaca o unidad animal necesita consumir cerca del 3% de su peso vivo de forraje seco por día, para cubrir sus requerimientos de proteína, energía, etc., de tal manera que si pesa 454 kg requerirá consumir 13.5 kg. de alimento diario (expresado en materia seca), de 405.0 a 418.5 kg durante un mes y 4,928 kg al año, para cubrir sus necesidades de manutención y reproducción (UACJ 2008). Se han definido varias equivalencias de la UA básica, para varias especies herbívoras (domésticas o silvestres) de tal forma que es posible estimar la capacidad de carga de un cierto hábitat para una o varias especies que lo utilizan (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Tabla de equivalencias para la unidad animal (UACJ 2008).

CLASE DE GANADO / ESPECIE	UA
Vaca adulta con su cría hasta el destete	1.00
Toro	1.25
Becerro destetado	0.60
Animal > 1 año (12-17 meses)	0.70
Animal > 1 año (17-22 meses)	0.75
Vaquilla o novillo (22-32 meses)	0.90
Borrega adulta con cría	0.20
Cabra con cría	0.17
Venado cola blanca	0.14
Venado bura	0.20
50 liebres	1.00
Caballo adulto	1.25

Lo anterior supone el establecimiento de una relación óptima entre el número de individuos (vacas o venados) y la superficie en la cual pueden sostenerse adecuadamente y, por consecuencia, de umbrales que no conviene exceder, ya que la capacidad del hábitat para producir y proveer de alimento, es limitada. Algunos

experimentos en áreas cercadas, dentro de las cuales se permitió a la población de venados crecer sin control alguno, han demostrado cuan dramático puede ser el resultado de la sobrecarga de un hábitat en la dinámica poblacional de una especie herbívora (Kie *et al.* 1979).

Entre el venado cola blanca y el ganado bovino, generalmente no existe competencia por el alimento, ya que ambas especies tienen hábitos alimenticios distintos, lo que permite la gestión combinada y un mejor aprovechamiento de los pastizales (Ezcurra *et al.* 1980, Gallina 1990, Galindo-Leal y Weber 1998, Villarreal 1999). Bajo este principio, se han desarrollado diversos criterios para estimar la capacidad de sostenimiento para una determinada población de venado cola blanca.

Así por ejemplo, en el sur de Texas y noreste de México (hábitat del venado cola blanca Texano), se considera aceptable que en predios ganaderos exista una relación entre bovinos y venados de 1:1, tomando en cuenta el coeficiente de agostadero correspondiente, y una carga animal de 8.3 venados por km² (Davis y Wishuhn 1982, citados por Villarreal 1999). Una vez que los estudios poblacionales demuestren que tal densidad de población se ha alcanzado o aun superado, este autor recomienda que se permita el incremento de la densidad de venados hasta un 20% o mas, mientras que no sean detectados cambios en la vegetación, debidos a la sobrecarga, ni indicios de desnutrición en los individuos cazados. Villarreal (1999) advierte que una competencia más directa se da entre el venado y el ganado ovino y caprino, por lo que la gestión combinada de tales especies es poco recomendable.

Clemente (1984, citado por Kobelkowsky 2000), en un estudio realizado en los bosques templados de la Sierra Fría de Aguascalientes, estimó la capacidad de sostenimiento para venado cola blanca en 24 individuos por km², para un hábitat del que se excluyó al ganado bovino durante un período de cinco años. Es oportuno señalar que para esa misma zona (sitio Bfe94, Bosque latifoliado esclerófilo caducifolio), la *Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero* (COTECOCA) estableció una carga animal 27.86 ha por UA (3.59 UA por km²) bajo condiciones promedio de precipitación en la región, lo que resulta en 6.7 venados por una UA bovina, cantidad cercana a la equivalencia actualmente reconocida, de 0.14 unidades de venado cola blanca (UACJ 2008).

Generalmente los agostaderos de México son, en mayor o menor medida, sobrepastoreados y el venado cola blanca comparte el hábitat con ganado doméstico todo el año o parte del mismo. Entonces, es razonable considerar utilizar el criterio propuesto por Villarreal (1999), en el sentido de manejar una relación de bovinos/venados de 1:1. Una de las fuentes de información más utilizadas en la determinación de la capacidad de carga, de un hábitat determinado, son los coeficientes de agostadero establecidos por COTECOCA.

Existen otros medios más precisos, para determinar la capacidad de carga que se basan en la cuantificación de la cantidad de alimento que un hábitat determinado puede producir, lo que en última instancia determina la cantidad de alimento disponible. En el caso del venado cola blanca, y dados sus hábitos alimenticios (especie ramoneadora), tales estimaciones consideran la vegetación disponible hasta una altura de 1.20 m (Gallina 1990, Villarreal 1999). Asimismo, es necesario conocer cuales especies vegetales son consumidas por el venado, y en que proporción, lo cual se puede hacer a través del análisis microhistológico de sus heces (Gallina 1990; Stewart y Stewart 1971, Mohammad *et al.* 1995, citados por Kobelkowsky 2000). En síntesis, para tener un conocimiento cabal de la capacidad de carga para venados en un hábitat y tiempo determinados, debe conocerse lo siguiente:

- a. Composición florística y cantidad de forraje o biomasa disponible.
- b. Composición botánica de la dieta del venado.
- c. Cantidad de individuos de otras especies herbívoras (animales domésticos y silvestres) con los que comparte el hábitat.

En esta investigación no fue posible realizar esta determinación, por lo que sus resultados no pueden ser considerados definitivos. Sin embargo, el valor de este trabajo radica en la identificación de los atributos del hábitat que influyeron en la probabilidad de su uso por el venado, entre los cuales destacaron precisamente los tipos de vegetación. Para estimar el potencial de aprovechamiento se hizo uso de los coeficientes de agostadero que para la región ha determinado la COTECOCA, empleando el criterio señalado por Villarreal (1999).

Evaluación de aprovechamiento de hábitat

Antes de entrar en materia es pertinente hacer algunas diferenciaciones entre algunos términos que con frecuencia son utilizados como sinónimos pero que difieren cualitativa y cuantitativamente en su amplitud por ocupación del espacio, ambiente, vegetación y aprovechamiento. Es frecuente que exista una notable confusión entre los conceptos de unidad de paisaje, sitio de pastizal, sitio ecológico y hábitat (García y Romero 2003).

La unidad de paisaje, también llamada unidad terrestre, se representa a nivel bioma, y se caracteriza por un área extensa y un ambiente de origen simultáneo entre el suelo, topografía, clima, y cubierta vegetal, en concordancia con un estadio estable. Este concepto es ampliamente utilizado en los análisis de impacto ambiental. En contraste, el sitio ecológico (unidad ecológica), se refiere a un área homogénea, que representa un tipo específico de tierra, con características físicas y bióticas particulares, que responde, en forma predecible, a cambios naturales y prácticas de gestión de recursos. Junto con otros sitios o unidades, conforma un determinado paisaje. Este concepto se utiliza en el estudio de los recursos para plantear una gestión coordinada. Sitio de pastizal, es un término más particular, que se limita a un asentamiento edáfico, un ambiente específico, una comunidad vegetal con diferencias en composición florística, y su aprovechamiento se limita a la gestión de pastizales (García y Romero 2003).

Finalmente, el hábitat se define como la suma de los factores ambientales que una población de cualquier especie necesita para sobrevivir y reproducirse en un lugar particular, durante un tiempo determinado, y que debe cubrir necesidades específicas de alimento, agua, cobertura (térmica, de protección y escape) y espacio, durante cada etapa de su ciclo de vida (Mandujano 1994). El término hábitat es una especie de convergencia de sitios ecológicos en los que puede haber más de una tipificación del ambiente y se le utiliza para describir vegetación con propósitos específicos de gestión, ya se trate de especies o poblaciones de fauna silvestre de interés cinegético, económico, cultural o bajo alguna categoría de riesgo. El tipo del hábitat, incluye un conjunto de unidades discretas, ambientalmente homólogas, que sustentaron, sustentan o sustentarán una determinada asociación vegetal. Este concepto no aplica a

gradientes de vegetación, ni necesariamente a vegetación prístina (García y Romero 2003).

En el campo de la gestión de la fauna silvestre se hace uso del concepto hábitat, visto como una serie de factores con un equilibrio determinado, cuyo fin es el de satisfacer necesidades de una especie particular durante un período específico. Bajo estos términos, el estudio del hábitat se aborda sin entrar en detalles sobre su funcionalidad trófica, ni su posible sostenibilidad ecológica. Tales estudios pueden comprender una parte del ciclo de vida de una especie, la satisfacción de una necesidad específica, una cierta temporada del año, o bien ciclos de vida y años completos, e incluso períodos más amplios, para detectar cambios en su estructura, composición, distribución espacial y calidad.

Ya se ha visto que el aprovechamiento de la fauna silvestre, desde el punto de vista legal y técnico, se basa en buena medida en los estudios poblacionales, aunque ello no sea suficiente para fundamentar un programa de gestión, conservación y aprovechamiento a largo plazo. Para una mejor comprensión de las interacciones ecológicas de los organismos con su medio, es necesario conocer si un hábitat determinado es seleccionado o evitado por una cierta especie, con relación a su disponibilidad (Neu *et al.* 1974). Esta información es de gran importancia en la toma de decisiones, ya se trate de la protección de especies amenazadas, o de la gestión de poblaciones silvestres sujetas a aprovechamiento continuo (Manly *et al.* 1993), como es el caso del venado cola blanca. Las técnicas y métodos utilizados para analizar el aprovechamiento y selección del hábitat, forman parte de lo que genéricamente Manly *et al.* (1993) denominan estudios de selección de recursos.

Utilización (considerado en este trabajo como aprovechamiento) del hábitat se refiere a la ocupación de un lugar por una especie en un tiempo determinado, sin considerar la posible selección de sus componentes Peek (1986). La forma de medir el uso del hábitat no debería representar mayor problema, ya que se basa en indicios de su presencia o, de preferencia, en su observación directa. En contraste, el concepto de “selección” se describe como el proceso por el cual un individuo o especie determinada eligen un hábitat (o un atributo de este) en relación a su disponibilidad (Manly *et al.* 1993). El término “selección” es frecuentemente confundido con “preferencia” (Medina-

Torres *et al.* 2007). En este caso, Manly *et al.* (1993) consideran que la “preferencia” constituye la verosimilitud, estadísticamente probada, con la cual un recurso es seleccionado si éste permanece disponible de manera equitativa junto con otros.

En este orden de ideas, se tiene que la disponibilidad de un recurso, consiste en la cantidad de éste que es accesible a un individuo o población en un período de tiempo determinado, mientras que la abundancia de ese recurso, corresponde a la cantidad total del mismo presente en el hábitat cuyo aprovechamiento se pretende evaluar (Medina-Torres *et al.* 2007).

Existe un gran desarrollo de metodologías y enfoques para evaluar el aprovechamiento del hábitat y con ello identificar aquellos atributos que influyen en su posible selección o rechazo, desde los métodos denominados análisis de uso-disponibilidad (Neu *et al.* 1974 y Byers *et al.* 1984), índices de selectividad, hasta técnicas refinadas de regresión logística, cuyo estudio está fuera del propósito de este trabajo, pero que pueden consultarse en la obra de (Manly *et al.* 1993). En esta investigación, se eligió la técnica de la regresión logística, entre otras cosas, por la facilidad de utilizar los datos generados durante el recuento de excretas de venado para estimar su densidad poblacional.

Estudios recientes (Wayne 2001, Moore *et al.* 2003, Morrison *et al.* 2003, Félix 2007) han demostrado que es posible obtener información valiosa que permita identificar aquellas características o atributos del hábitat que influyen sobre la selección de sitios por la especie, mediante la utilización de métodos de regresión logística (Manly *et al.* 1993). Estos métodos pueden utilizarse bajo situaciones en donde las variables de predicción no se distribuyen de manera normal y en las que algunas o todas sean discretas o categóricas (Johnson 2000), además de que sus resultados son una función de probabilidad cuya escala de valores (0.0 a 1.0), es análoga a un índice de aptitud del hábitat (U.S. Fish and Wildlife Service 1980 y 1981). Ejemplos como los de Moore *et al.* (2003) y Marshal (2006) con venado bura; Mysterud y Ander (1998) en faisán de collar y Wayne (2001), Morrison *et al.* (2003) y Felix (2007) con venado cola blanca, demuestran la pertinencia de esta metodología.

Para la aplicación de este método se requiere obtener información de los sitios aprovechados como de los no aprovechados. Por la naturaleza de los datos sus

valores son de tipo booleano (0 o 1), siendo en este caso $y = 1$ cuando la especie esta presente (sitio aprovechado), en tanto que $y = 0$ cuando esta ausente (sitio no aprovechado). Si se utiliza la técnica del recuento de excretas para estimar el tamaño poblacional del venado, algunas parcelas tendrán un aprovechamiento de hábitat positivo (presencia, $y = 1$) mientras que otras no serán aprovechadas (ausencia, $y = 0$). Sobre cada parcela o punto de muestreo, deben realizarse una serie de mediciones de los atributos del hábitat establecidos de antemano, y con base en los cuales se modelará la probabilidad de aprovechamiento en cada sitio (Manly *et al.* 1993).

Mediante este método, se genera una función de probabilidad, dada por la Ecuación (1.4) de regresión logística (Manly *et al.* 1993):

$$p(y = 1) x = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)} \quad (1.4)$$

donde $p(y = 1)$ es la probabilidad de que un determinado sitio sea aprovechado por el venado, en función de P variables de predicción x .

Estas variables de predicción, generalmente consisten en atributos como con la topografía del terreno (altitud, pendiente, orientación), disponibilidad de agua (distancia al agua mas cercana), tipo de vegetación, e inclusive, otras variables de aprovechamiento común en los estudios dasométricos realizados por los forestales (área basal, dosel, densidad de árboles o arbustos, altura mínima de follaje verde, etc.), o determinaciones de biomasa (ecólogos, biólogos, ingenieros zootecnistas), y aún variables relacionadas con disturbio (sobrepastoreo, incendios, erosión, etc.), que puedan servir como variables explicativas del aprovechamiento del hábitat en términos de necesidades concretas (disponibilidad de alimento, cobertura térmica, refugio contra depredadores, etc), que puedan ser interpretadas en el contexto ecológico de la especie que se estudia y su relación con el ambiente en el que se desarrolla.

Otra ventaja del método es la fácil interpretación de sus resultados. La representación gráfica de la variable cuya significancia demuestre su efecto sobre el modelo permite detectar su valor umbral para una probabilidad de aprovechamiento determinada. Así por ejemplo, si matemáticamente es demostrable que el aprovechamiento predicho positivo para un cierto hábitat o atributo del mismo, será de $p (y \geq 0.5)$, entonces es

posible determinar el valor máximo o mínimo de una variable x , para que esto suceda, con un cierto nivel de confianza. De hecho, es posible hacer una descripción de los atributos del hábitat con más probabilidades de ser aprovechado por la especie de interés, lo que a su vez, sirve para emitir recomendaciones de gestión del hábitat.

Si este concepto se lleva al campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota (PR), es factible la generación de mapas de probabilidad de aprovechamiento, siempre y cuando las variables predictoras x , puedan ser representadas espacialmente mediante imágenes en formato RASTER. En este caso, puede programarse un calculador de imágenes (instrucción IMAGE CALCULATOR, Idrisi ®), con un algoritmo que contenga los parámetros de la regresión logística del modelo. La posibilidad de relacionar índices de vegetación, no solo a las variables florístico-estructurales del hábitat (cobertura, biomasa, etc.), sino además al aprovechamiento mismo que de él se haga por la especie de interés, abre la posibilidad de generar mapas dinámicos de probabilidad de aprovechamiento de hábitat, en donde sea posible formular predicciones acerca de cuales sitios serán más utilizados.

Al final, es oportuno mencionar que la evaluación del aprovechamiento del hábitat, permite establecer un diagnóstico inicial, antes de tomar cualquier decisión de gestión. Desafortunadamente, y a pesar de la sencillez operativa del procedimiento y la facilidad de interpretación de sus resultados, este método no ha sido aplicado aún como herramienta en la gestión de la fauna silvestre en México. El aprovechamiento del hábitat, evaluado en forma correcta, constituye la mejor expresión que puede ofrecernos una especie silvestre sobre la calidad de su entorno y la satisfacción de sus necesidades, en un espacio y tiempo determinados. Si gracias a un modelo logístico, el investigador encuentra que un cierto tipo de hábitat es seleccionado por la especie de su interés sobre otros disponibles, el sentido común sugiere que buena parte de las necesidades que ahí satisface dicha especie corresponderán a las de tipo alimenticio.

En consecuencia, el valor diagnóstico de un modelo logístico permite optimizar tiempo, materiales y recursos, al orientar investigaciones más exhaustivas sobre otros aspectos como producción de biomasa o composición botánica de la dieta, en aquellos entornos con una mayor probabilidad de aprovechamiento.

Tasa de aprovechamiento

La *Ley General de Vida Silvestre* en su artículo 3, fracc. XLII, define a la tasa de aprovechamiento, como *“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”*. En esta definición, puede percibirse la hermenéutica de lo sustentable o sostenible, que más bien pudiera interpretarse como perdurable; en atención a la definición que en la ley se hace sobre la tasa de aprovechamiento, el mantenimiento de la especie que se aprovecha esta dado por aquellos factores del hábitat que inciden en su sustento (capacidad de sostenimiento), mientras que el potencial productivo (potencial biótico) esta dado por su tamaño y estructura poblacional.

Villarreal (1999) presenta un buen ejemplo sobre la forma en que dos poblaciones iguales en cuanto a densidad pero con diferente estructura, pueden tener potenciales de aprovechamiento distintos, ya que en última instancia, el número de ejemplares susceptibles de ser aprovechados, dependerá de al menos tres factores fundamentales:

- a. La capacidad de sostenimiento.
- b. La relación de sexos.
- c. La relación hembras: crías.

En términos generales, Villarreal (1999) señala que a medida que la relación hembras:macho se incrementa, la población que excederá la capacidad de sostenimiento será mayor. Esta condición hoy día es frecuente bajo los esquemas de aprovechamiento tradicionales, ya que hay una tendencia hacia la caza de machos adultos exclusivamente, situación que incrementa año con año y de forma artificial el número de hembras por macho en la población, disminuye las posibilidades de aprovechamiento cinegético de machos adultos con el tiempo y no permite el control de la densidad de población y, por lo tanto, de la capacidad de sostenimiento del hábitat. En consecuencia, la única posibilidad de gestión de la densidad de población, consiste en el aprovechamiento periódico de hembras adultas, de tal suerte que el potencial biótico de la especie sea regulado.

Villarreal (1999) cita que en el noreste de México (la zona del venado cola blanca texano), es aceptable una tasa de aprovechamiento del 15 al 20% de los machos adultos, si se cuenta además con una densidad de población armoniosa con la capacidad de sostenimiento del hábitat, y la relación machos: hembras, es igual o menor a 1:2.5. Este mismo autor también afirma que en el sur de Texas, se considera el aprovechamiento cinegético del 20% de las hembras adultas, cantidad que puede aumentar a medida que la relación machos: hembras se incremente, ya que a mayor cantidad de hembras reproductivas en la población, se tendrá un mayor número de nacimientos, lo que se traduce en un mayor número de nuevos individuos a la población.

Una disminución drástica de la población es una de las más grandes amenazas a la perdurabilidad de una especie en un espacio y tiempo determinados. Tal disminución puede ser el resultado de la sobrecarga del hábitat, ocasionada por un aumento en la producción de cervatos, producto a su vez de la caza comercial de machos adultos exclusivamente. Si a lo anterior se suma la cada vez mas frecuente práctica (legal o ilegal) de controlar los depredadores naturales, el resultado es irremediamente la sobrecarga del hábitat. La disminución del alimento disponible se traduce en incremento en la mortalidad de individuos jóvenes por inanición o enfermedades, un descenso en la fertilidad de las hembras y un incremento en los abortos, y una disminución de machos con características de “trofeo”. Si además de lo anterior se añaden otros factores como sequías extremas, inviernos severos o cualquier tipo de evento climático extraordinario o catastrófico, e incluso la misma destrucción, degradación y fragmentación de los hábitats, el resultado puede ser la desaparición local o regional de las poblaciones de venado cola blanca que en un principio se pretendió aprovechar bajo los criterios de “sustentabilidad” establecidos en la ley.

Hasta el presente, el único antecedente de aprovechamiento de venadas es el realizado en las UMA del noreste de México, donde se hace la captura de hembras vivas para ser destinadas a la repoblación donde los venados texanos han desaparecido dentro de su área de distribución natural, lo que ha permitido mantener una proporción de sexos aceptable (Villarreal 1999). Sin embargo, lo anterior ha generado una especie de “franquicia”, donde el concepto del “*Rancho Cinegético*” con

venado cola blanca texano (venta de “pies de cría”) ha trascendido mas allá de su área de distribución natural, siendo común que ganaderos con el suficiente poder económico terminen introduciendo esta subespecie en áreas donde el venado texano es considerado exótico, tal y como ha sucedido en Sierra Fría, Aguascalientes (observación personal). Esto es un claro ejemplo, de cómo las acciones de gestión de la población que en principio permitieron la estabilidad de una subespecie en su área de distribución, se tornen amenazas a la genética de otras subespecies de venado en el resto del país.

Puede concluirse que es recomendable que las poblaciones de venado se mantengan por debajo de la capacidad de sostenimiento de sus hábitats y, a menos, que se garantice la posibilidad de realizar el aprovechamiento legal de hembras adultas, es preferible evitar el aprovechamiento cinegético de machos adultos. La caza furtiva, en cualquier caso, constituye una amenaza y debe ser evitada y combatida con todo el peso de la ley.

Implicaciones legales del aprovechamiento extractivo de venados

La *Ley General de Vida Silvestre* (DOF 2000) en su artículo 84, establece que: “Al solicitar la autorización para llevar a cabo el aprovechamiento extractivo sobre especies silvestres que se distribuyen de manera natural en el territorio nacional, los interesados deberán demostrar:

- a) *Que las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre.*
- b) *Que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares de la vida silvestre en confinamiento.*
- c) *Que éste no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones y no modificará el ciclo de vida del ejemplar, en el caso de aprovechamiento de partes de ejemplares.*
- d) *Que éste no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones, ni existirá manipulación que dañe permanentemente al ejemplar, en el caso de derivados de ejemplares”.*

De lo anterior, y particularmente en relación al inciso d), se desprende que sí en el historial de aprovechamiento cinegético de las UMA se constata que solamente se han venido autorizado aprovechamientos de venados machos adultos, ello deberá ser evidencia suficiente para la presunción de un efecto negativo sobre la población sujeta a aprovechamiento, ya que al extraer solamente machos, se tiene por consecuencia el incremento de la población y el peligro de sobrecarga del hábitat.

Irónicamente, podría ser la propia autoridad la que incurre en una gestión negligente del recurso fauna, ya que en el caso del venado cola blanca, y presionada por los breves términos de ley de que dispone para emitir respuesta a las solicitudes de aprovechamiento (15 días hábiles), se concreta a otorgar los aprovechamientos sin mas sustento que los estudios poblacionales realizados por el solicitante, y los aprovechamientos autorizados previos en el historial de la UMA solicitante, sin considerar el impacto que sobre la población bajo aprovechamiento tendrá el incremento del número de hembras por macho producto del aprovechamiento reiterado de estos últimos.

Si la autoridad reguladora (SEMARNAT) tomara en consideración la relación de sexos en el estudio poblacional que acompaña a cada solicitud, se esperaría como respuesta, negativa fundada, o en su defecto, una autorización positiva condicionada al aprovechamiento de hembras adultas. Resulta extraño que esa autoridad no haga uso del sentido común, y continúe autorizando por omisión más aprovechamientos de venados cuyo destino final es un creciente mercado de servicios de turismo cinegético, sin reparar en que se estaría incurriendo en daño a las poblaciones silvestres y su hábitat

Ahora bien; considérese el nivel de veracidad de los estudios poblacionales que los propios usuarios presentan. Si el usuario utilizó el recuento de excretas de venado cola blanca para respaldar su solicitud de aprovechamiento, de seguro adolecerá del parámetro proporción de sexos, o en el peor de los casos, invocará alguna relación supuesta, ya que se ha demostrado que los medios para determinar sexos en excretas por identificación hormonal aún son experimentales y no precisamente al alcance de los usuarios de las UMA.

Por lo anterior, sería realmente interesante conocer si los estudios que cada UMA realizados a través del tiempo, presentan una proporción de sexos “estable” o mas aún, tendiente a la estabilización de 1:1. Si fuese el caso, a la par de aprovechamientos anuales y crecientes de machos adultos exclusivamente, la autoridad reguladora podría sospechar que tal información sería tan falsa como cuestionable, pues es ecológicamente imposible que una población de venados con, digamos, 10 años de aprovechamientos de machos adultos exclusivamente (como ya se ha establecido que sucede en Sierra Fría, Aguascalientes), mantengan una relación de sexos equilibrada y constante.

Así pues, y sí se considera que tal situación (la caza de venados machos adultos exclusivamente), redundaría en la inducción progresiva de un daño a la población y al hábitat cuya capacidad sea rebasada, se incurre en lo que la propia LGVS establece como infracción en su artículo 122 fracción I, que a la letra dice: *“Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley”*. La misma Ley establece el nivel de responsabilidad en cuanto a la reparación del daño , ya que en su artículo 106 establece lo siguiente: *“Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la república en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el Reglamento”*.

“Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat” .

El párrafo anterior no deja dudas sobre quienes serían responsables de los daños generados a las poblaciones de venados cola blanca en México: dueños de UMA, prestadores de servicio, y aún los clientes de éstos. Sin embargo, y en estricta justicia, habría que añadir otro responsable más: la propia autoridad.

En su artículo 107, la ley además señala que: “*Cualquier persona física o moral podrá denunciar ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente daños a la vida silvestre y su hábitat sin necesidad de demostrar que sufre una afectación personal y directa en razón de dichos daños*”, mientras que en el artículo 109 se establece que “*Serán competentes para conocer de la acción de responsabilidad por daño a la vida silvestre y su hábitat los Juzgados de Distrito en materia civil, conforme a la competencia territorial que establezcan las disposiciones respectivas, regulándose el procedimiento conforme al Código Federal de Procedimientos Civiles*”.

Desafortunadamente, existe un vacío notable en cuanto a la definición del daño a la fauna silvestre y sus hábitats. Y si de la cacería deportiva se trata, la LGVS en su artículo 95 se limita a señalar, que “*Queda prohibido el ejercicio de la caza deportiva:*

- a) *Mediante venenos, armadas, trampas, redes, armas automáticas o de ráfaga.*
- b) *Desde media hora antes de la puesta de sol, hasta media hora después del amanecer.*
- c) *Cuando se trate de crías o hembras visiblemente preñadas*”.

Sin embargo, existe la paradoja de que tales prohibiciones no son expresamente señaladas como sanciones, ni mucho menos como delitos, ni en esta ley, ni en ningún otro ordenamiento aplicable, lo que dejaría entonces a la interpretación de la autoridad judicial competente, el que tales “prohibiciones” sean consideradas o no como “daños” a la fauna silvestre.

Es interesante destacar la fracción c) del citado artículo 95, que prohíbe la caza de crías o de hembras visiblemente preñadas. Es en tal argumento, herencia de la abrogada *Ley Federal de Caza*, donde aún perdura el considerar que la caza de hembras de cualquier especie animal (al menos hasta donde el dimorfismo sexual lo permita), es éticamente inaceptable de acuerdo con las normas de la cacería responsable.

No obstante, y como puede constatarse en el formato de “*solicitud de autorización de aprovechamiento extractivo -vida silvestre en UMA*” (COFEMER 2008) (Anexo A), ya se admite que el solicitante especifique el sexo de los ejemplares, situación que deja abierta la posibilidad de realizar aprovechamientos de venadas con fines distintos a la actividad cinegética, como sería el aprovechamiento comercial de ejemplares vivos, o

de sus partes y derivados (carne, piel, etc.), sin que ello signifique que no pueda solicitarse el aprovechamiento cinegético de tales hembras, pues de acuerdo con los calendarios cinegéticos que la autoridad establece, la temporada de venado cola blanca es entre noviembre y enero; es decir, cuando las hembras o aún no están gestantes, o bien acaban de quedar preñadas; situación que no contraviene el término de “visiblemente preñadas” empleado en el inciso c) del artículo 95 ya citado.

Aprovechamiento múltiple, recursos forestales y ranchos cinegéticos

No puede abordarse el tema del venado cola blanca como especie cinegética en México, sin comprender el contexto en el que es aprovechado. El aprovechamiento múltiple consiste en el aprovechamiento de dos o más recursos, tangibles o no, sobre un área específica de tierra o agua, con mayor o menor racionalidad. Aprovechamiento múltiple es un término conocido para los silvicultores de los Estados Unidos, inicialmente desarrollado por el *Servicio Forestal* de los Estados Unidos de Norteamérica entre 1930 y 1940. Para los años 60, a este concepto se añade el valor socioeconómico, mientras que para los años 70, ya se considera la participación ciudadana, para alcanzar un estado de “armonía” sin demérito de la productividad del sitio (Mcardle 1960). En Norteamérica, son cinco las modalidades principales de explotación de la tierra: para la producción de madera; como hoyas hidrográficas; para pastos de ganados domésticos, para bosques de caza y de pesca y para crear lugares recreativos (Mcardle 1960).

Aunque la expresión “aprovechamiento múltiple” no sea de uso corriente en todas partes, su práctica se ha implantado desde hace tiempo en regiones forestales bien administradas de algunos países (Mcardle 1960). Un ejemplo vigente lo tenemos en México.

El principio del aprovechamiento múltiple esta presente en las leyes mexicanas, de tal modo que queda implícito en sus objetivos generales. Así, la *Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable* en su artículo 2 fracción I, establece como objetivo general, “Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidroecológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros

ordenamientos". En la fracción II señala como otro objetivo, "*Desarrollar bienes y servicios ambientales, y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales*", mientras que en la fracción V, se establece como otro objetivo, "*Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas*".

La misma ley, en su artículo 7, define como recursos forestales, "*La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como los suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales*". Como recursos forestales biológicos, considera "*las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad, y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial*". El Ecosistema Forestal es "*la unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre si, y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados*". Es de destacar, que no solamente los bosques son considerados como terrenos forestales, sino también aquellos que en el pasado tuvieron vegetación forestal, y aun las superficies agropecuarias dedicadas temporalmente al cultivo forestal. Un sitio de uso agrícola ya abandonado, donde la sucesión vegetal ha avanzado y se ha establecido una comunidad vegetal natural, también es susceptible a la aplicación de esta ley.

Hoy día, la *Comisión Nacional Forestal* (CONAFOR) en México, promueve el desarrollo forestal sustentable, intentando llevar el concepto del aprovechamiento múltiple a un estado operativo y funcional. En las unidades de manejo forestal, además de los productos del bosque "convencionales" (madera), se impulsa el aprovechamiento de recursos no maderables (como musgos, resinas, humus), servicios de recreación de naturaleza, educación ambiental, servicios ambientales (captura de carbono, servicios hidrológicos, servicios de biodiversidad, etc), y por supuesto, el aprovechamiento de la fauna silvestre. Como puede verse, el marco legal existe, pero el logro de su propósito está lejos de alcanzarse.

Múltiples posibilidades de aprovechamiento conlleva a múltiples demandas y necesidades sociales. Una diversidad de intereses está presente, lo que genera conflictos entre sectores sociales con una visión distinta de lo que debe ser el aprovechamiento múltiple, bajo sus propias perspectivas y visión del mundo. Ya en otro

apartado anterior, se dejó constancia de esta realidad con la exposición de ejemplos, donde se expuso el antagonismo entre los intereses del aprovechamiento cinegético y la valoración religioso-cultural de algunas etnias de México.

Ahora bien; la evolución del aprovechamiento de fauna en México ha tenido lugar a la par de su historia. Desde el aprovechamiento múltiple que ya practicaban los pueblos prehispánicos y las disposiciones que sus reyes y gobernantes hacían para regular tales aprovechamientos, hasta las hoy vigentes y controversiales UMA, es posible identificar un común denominador: el interés de realizar aprovechamientos sobre la fauna silvestre, sobre lo cual se ha venido haciendo un importante esfuerzo legislativo, que ha dado pie a una sucesión de entidades gubernamentales encargadas de la regulación del aprovechamiento de este recurso.

Desde 1870 y hasta nuestros días, se han promulgado varios instrumentos legales en un afán por regular el aprovechamiento de la vida silvestre (SEMARNAP 1997, Cuadro 1.2). Con la promulgación de la *Ley Federal de Caza* en 1951, se reconoció plenamente la necesidad de regular esta actividad, con el propósito de proteger y conservar los recursos faunísticos de la nación. El Dr. Rodolfo Hernández Corzo, quien fungió como director de la *Oficina de Fauna Silvestre* de 1962 a 1970, pensaba que la recreación al aire libre podía ser un gran negocio en México, ya que las expediciones de caza y pesca, crearían empleos para guías, generarían divisas, y estimularían el crecimiento de la industria de equipos deportivos, con lo que la conservación de la fauna silvestre se apreciaba en términos monetarios (Simonian 1999). Fue el Dr. Hernández Corzo quien definió el “rancho cinegético” como cualquier predio rústico – federal, particular, ejidal o comunal-, destinado a la producción agrícola, ganadera o forestal, y que simultáneamente, se dedica a la reproducción y aprovechamiento económico de la fauna silvestre en sus especies regionales o adaptadas mas importantes. De esta forma, el rancho cinegético se concibió como una empresa para el aprovechamiento de los productos de la tierra, cuyo fundamento se basó en el principio de su aprovechamiento múltiple.

Cuadro 1.2. Leyes relacionadas con vida silvestre hasta 1951 (SEMARNAP 1997).

Instrumento	Año
Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1870
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1884
Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1924
Adición a las Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1924
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1928
Adición a las Disposiciones Reglamentarias para las Vedas de Caza	1928
Modificaciones al Código Civil para el Distrito Federal y Territorios	1936
Ley de Caza	1940
Ley Federal de Caza	1951

El fundamento legal de aquel ancestro de las actuales UMA, estaba en los artículos I, III y IV de la abrogada *Ley Federal de Caza* (SEMARNP 1997), la cual establecía que la fauna silvestre era propiedad de la Nación, quedando la responsabilidad de su conservación, restauración y fomento (consideradas de interés público) a cargo del *Secretaría de Agricultura y Ganadería* (SAG), la que por entonces era la encargada de establecer y autorizar los sistemas para su aprovechamiento regulado y la apropiación de sus productos.

No obstante, ese marco regulatorio tenía algunas limitaciones. La *Ley Federal de Caza*, normaba de manera inadecuada e insuficiente la actividad cinegética. No contempla las especies acuáticas ni la práctica cinegética en criaderos; prohibía la comercialización de productos de esta actividad; sólo por acuerdo presidencial se autoriza la captura con fines de investigación, culturales y para repoblación; prohibía a los mexicanos la exportación de piezas de caza vivas o muertas; los delitos y las sanciones están desequilibrados (cazar sin permiso era una falta y no un delito); no contemplaba ninguna otra modalidad de aprovechamiento y establecía la obligatoriedad, fuera de todo derecho, de pertenecer a una organización para ejercer la actividad. Carecía además de reglamento, por lo cual era necesario cubrir esa falta

mediante la publicación anual de los procedimientos relativos a la caza, dentro del *Acuerdo por el que se Establece el Calendario Cinegético* (SEMARNAP 1997).

En 1997, la *Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca* (SEMARNAP), en el documento titulado “*Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*”, deploraba la ausencia de programas de vida silvestre como tales, ya que:

“México no ha contado con un programa definido que promueva, oriente y organice en el largo plazo la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Este hecho condujo a la dispersión de políticas, iniciativas, proyectos y estrategias de mediano y largo plazos, en la escasez de estudios prácticos e inventarios, la falta de capacitación, el incipiente fomento a prácticas productivas, la insuficiente identificación de mercados, la limitación del marco legal y la carencia de incentivos. Los criaderos extensivos (o “ranchos cinegéticos”) e intensivos de fauna silvestre así como los viveros que existen en el país, son principalmente producto de esfuerzos aislados y de la iniciativa de sus actuales propietarios y, en menor medida, como consecuencia de políticas y estrategias públicas de fomento”.

Hasta la aparición del ya mencionado “*Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*”, y con cambios en la nomenclatura de este concepto (criaderos extensivos de fauna silvestre), el fundamento legal aun estaba dado por la *Ley Federal de Caza*. Fue en el año 2000 cuando con la *Ley General de Vida Silvestre*, la gestión de la vida silvestre, antes dispersa y limitada en varias dependencias de gobierno, es elevada al rango institucional de “Programa”, razón por lo que puede considerarse con justicia, que este acontecimiento marca el inicio de un Programa de Fauna Silvestre como tal.

En contraste con la antigua *Ley Federal de Caza* (que consideraba la fauna silvestre como propiedad de la Nación), la nueva ley, en su artículo 4 señala ahora lo siguiente: “*Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación*”.

“Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares,

partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables”.

“Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia”.

Esta falta de definición sobre la propiedad de la fauna silvestre, y en cambio el reconocimiento único del derecho de aprovechamiento sustentable, puede considerarse como el punto de origen de los abusos que sobre este recurso, perduran hasta nuestros días.

Existen algunos contrastes interesantes, entre lo que se hacía en tiempos del Dr. Hernández Corzo en los ranchos cinegéticos, y las UMA de hoy día. Si antes era la autoridad reguladora la responsable de realizar los estudios ecológicos, ahora es “obligación” (y tácita prerrogativa) del usuario. Si antes era el usuario quien determinaba su calendario cinegético especial y sus cuotas para el aprovechamiento de las especies, ahora es la autoridad quien las establece, teniendo por todo soporte los estudios que ahora el usuario realiza. Si antes la vigilancia, al menos en esos ranchos cinegéticos, era responsabilidad del dueño, ahora, ni la propia autoridad puede vigilar lo que pasa al interior de las UMA, ya que el único instrumento legal disponible es el acto de inspección, que debe ser previamente notificado. Si antes la “sustentabilidad del futuro aprovechamiento” era constatada por la autoridad, ahora solo es asumida, teniendo por todo soporte la buena fe y los estudios que presentan los usuarios. Si antes los biólogos de fauna silvestre trabajaban para la autoridad, ahora no les queda de otra más que “hacer que trabajan”, arreglando los estudios a conveniencia de sus empleadores, que son los usuarios.

A pesar de ser un defensor de la conservación, o más precisamente, de la administración de la fauna silvestre (Hernández-Corzo 1968) en función de su valor de mercado, Hernández Corzo consideraba la preservación de animales silvestres más como un asunto moral que como uno económico. Alguna vez señaló: *“Es el deber de una cultura conservar animales para que no desaparezcan, porque la extinción de la vida silvestre ante el progreso de la especie humana, siendo un acto irreversible, es una acción imperdonable”* (Simonian 1999). Inclusive, Hernández Corzo enfatizaba sobre la importancia de un *inventario nacional de fauna silvestre*, para asegurar el uso

racional de este recurso. No pudo lograr muchas de sus metas (incluyendo el inventario) debido a fondos insuficientes y a la escasez de especialistas (Simonian 1999). Al parecer, algunas cosas no han cambiado desde entonces.

Del mismo modo, no parece haber grandes diferencias entre el concepto de los ranchos cinegéticos del Dr. Hernández Corzo y las UMA de la actualidad, salvo por esta diferencia fundamental: que antes era la autoridad la que le proporcionaba los elementos técnicos de decisión al usuario, para definir las cuotas y calendarios de caza, y ahora es a la inversa, solo que con un fuerte sesgo determinado por el interés que en el usuario, ha despertado ese derecho al aprovechamiento sustentable que la actual ley le reconoce; aprovechamiento sobre un recurso de cuya propiedad y soberanía el estado mexicano parece no muy seguro. Es lamentable que todo quede en una elaborada tramitología, que es administrada por una diligente burocracia que cuida más de requisitos, formas, formatos y términos de ley, que de la ciencia y el conocimiento necesarios para conservar la fauna silvestre y protegerla del aprovechamiento abusivo.

En tanto no cambie esta visión del aprovechamiento de la vida silvestre; mientras que se siga dejando en manos de los usuarios –que no dueños-, de este recurso sin dueño, la responsabilidad de determinar su capacidad de ser aprovechado y la autoridad se lo crea, enfrentamos, como país un panorama muy sombrío en cuanto a la conservación de los recursos naturales se refiere.

¿Cómo puede resolverse esta situación adversa para la perdurabilidad de la fauna silvestre? Desde los “ranchos cinegéticos” y su aprovechamiento múltiple hasta las UMA de hoy día, hay poca distancia y menos diferencias. La figura legal hoy conocida como UMA, o lo que sea que en el futuro las denomine, pueden continuar su existencia como base y mecanismo para el aprovechamiento legal de la fauna silvestre. Solo habría que hacer al menos seis cambios:

- a) Que se defina de quien es el recurso, no sólo reconocer derechos, y trabajar más sobre las obligaciones de los usuarios. La fauna es un recurso natural que debe seguir siendo de la Nación, y su perdurabilidad a futuro, debe ser considerada de interés público.

-
-
- b) Que el estado recupere su función como autoridad responsable de la realización de los estudios ecológicos en los cuales se fundamente el aprovechamiento de la vida silvestre. En contraste, los usuarios del recurso, además de cumplir con trámites bien establecidos, deben enfocarse a la conservación, bajo la dirección y asistencia de la autoridad. En este sentido, las necesidades que ya señalaba hace más de cuatro décadas el Dr. Hernández Corzo en relación con el conocimiento de la fauna silvestre del país, siguen teniendo una vigencia plena.
 - c) Que una política fiscal adecuada, convierta a los usuarios de la vida silvestre en contribuyentes, y que tales impuestos, sean revertidos a la autoridad del ramo para soporte de sus programas de investigación, gestión y conservación.
 - d) Que el estado retome y haga eficiente la vigilancia, que ya demostró en el pasado su efectividad para contener la caza furtiva.
 - e) Que la caza furtiva, incluidas las irregularidades y abusos en el aprovechamiento legal de fauna silvestre dentro de UMA, sean considerados delitos y no infracciones.
 - f) Que se incremente el apoyo y atención a los pueblos indígenas, de forma tal que, en el marco del concepto de aprovechamiento múltiple, sean SUS NECESIDADES consideradas como prioritarias, sobre las NECESIDADES de los pueblos mestizos.

Diversificación productiva y ganadería diversificada

A finales de los 90, México da el primer paso formal hacia un cambio en la visión del aprovechamiento múltiple de los recursos naturales. La *Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca* (SEMARNAP) publicó en 1997 el “*Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*”, con el propósito de armonizar y reforzar mutuamente la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México, en el sector rural (SEMARNAP 1997).

En esta propuesta innovadora, resaltaron por su importancia dos aspectos fundamentales: a) la importancia de los propietarios rurales en la conservación de la biodiversidad, y b) el reconocimiento de su derecho a obtener un beneficio económico

mediante el aprovechamiento sustentable basado en dicha conservación. Se propone entonces una figura jurídica nueva: la “*Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre*”, mejor conocida por su acrónimo: UMA (SEMARNAP 1997).

El objetivo general del programa citado, es “*Conservar la biodiversidad de México y aprovechar oportunidades de diversificación económica para el sector rural*”. Al concepto de aprovechamiento múltiple, implícito en este pronunciamiento, se añade el término de “diversificación productiva”; es decir, la búsqueda y desarrollo de nuevas alternativas de producción, que unidas a las ya existentes, hagan diversa la oferta de bienes y servicios producidos a partir de un ecosistema en el cual, todos los recursos naturales existentes pueden tener mayor o menor susceptibilidad al aprovechamiento (SEMARNAP 1997).

Un punto fundamental en este enfoque, es que ese aprovechamiento múltiple, ahora conceptualizado como diversificación productiva, debe realizarse en forma sustentable o sostenible. Independientemente de la cabal interpretación de tales conceptos y los términos de los que se derivan (sustento y sostén respectivamente), y aceptando de antemano la gran confusión que su uso introduce en el discurso político-legal-ambientalista, se considera que la hermenéutica mas aceptable al utilizar tales conceptos, es que se alude a otro que pudiera y debiera ser interpretado como “perdurable”; es decir, que la explotación de los recursos se desarrollen de tal forma, que no se sature la capacidad de los sistemas naturales para absorber los impactos generados por su utilización, ni se ponga en riesgo su capacidad para regenerarse. En síntesis; que los elementos y procesos que conforman el sistema natural bajo aprovechamiento múltiple, puedan perdurar a través del tiempo, sin más cambios que aquellos que por naturaleza deban sobrevenir (y, en consecuencia, son superables mediante la adaptación), o aquellos cambios hechos por la gestión para impedir su degradación. A lo largo de este trabajo, cuando se haga uso del término “sustentable”, ha de darse la interpretación aquí explicada.

El concepto innovador de la diversificación productiva se hizo ley en el 2000, con la promulgación de la *Ley General de Vida Silvestre* (DOF 2000), en la que se confiere a los propietarios rurales de México, el derecho a realizar el aprovechamiento sustentable

de los recursos de vida silvestre (flora y fauna) que se distribuyen en sus predios y se establece legalmente la figura de la UMA, renombrada ahora como “*Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre*”. En la actualidad, solamente en los predios registrados o manejados como UMA, es posible realizar el aprovechamiento legal (múltiple o no) de la vida silvestre, uno de los recursos naturales más diversos e importantes de México (Hernández-Corzo 1968). Lo que resulta curioso y paradójico, es que en la propia ley, el concepto de “diversificación productiva” no es mencionado ni una sola vez, por lo que debe suponerse que dicho concepto va implícito en el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre.

El ámbito ganadero no ha escapado al impacto de los cambios sobre el aprovechamiento de la vida silvestre. La “*Ganadería Diversificada*” tuvo sus orígenes en los ranchos cinegéticos que ya operaban en la década de los 60, en la región noreste de México, en los estados fronterizos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en la zona de distribución natural del venado cola blanca “texano” *Odocoileus virginianus texanus* (Mearns 1898), con una superficie total de 44,391.1 km² (0.70% del territorio nacional). Los ejemplos exitosos de los ranchos ganaderos del estado de Texas, en donde tan solo la actividad cinegética generaba ingresos anuales por 4,500 millones de dólares, fue motivo de inspiración para la búsqueda de nuevas opciones de diversificación productiva en el sector pecuario (Villarreal 1999).

Esta actividad es reconocida oficialmente en México, a partir del mes de Mayo de 1987, como una sección especializada de la *Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas* (antes CNG), bajo la denominación de *Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna* (ANGADI) (Benavides 1989, Benavides y Villarreal 1994, Villarreal 1999).

La Ganadería Diversificada se define como la rama de la ganadería que, además de estar orientada a la producción de ganado (principalmente de bovinos de carne), se ha diversificado hacia el fomento de las especies de la fauna silvestre nativa que se desarrolla en los mismos terrenos de los predios ganaderos, con el fin de obtener de ellas, un aprovechamiento racional, sostenido y rentable, principalmente a través de la caza deportiva (Hernández-Corzo 1968, Villarreal 1999), constituyendo así un ejemplo exitoso de la aplicación del aprovechamiento múltiple.

Sin embargo, desde sus orígenes y hasta finales de los 90, esta actividad emergente no contaba con un marco legal y normativo adecuado, ya que la *Ley Federal de Caza*, sólo regulaba los aspectos relativos a la caza, dejando a los propietarios rurales sin derecho al usufructo de la vida silvestre que se desarrollaba de manera natural en sus predios, lo que limitaba seriamente el desarrollo de este sector especializado de la ganadería (Villarreal 1999).

Fueron los ganaderos diversificados, quienes enfatizaron esa deficiencia en la *Ley Federal de Caza*, y desde su naciente organización, pugnaron por una reforma legal que reconociera el derecho de los propietarios rurales al usufructo legal de la fauna silvestre que ellos mismos fueran capaces de conservar. El acercamiento de este sector productivo emergente a la autoridad ambiental de entonces, la *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología* (SEDUE) a mediados de los 80, derivó en una alternativa legal que permitiera el desarrollo de la nueva actividad. De aquel entonces, surgieron los denominados “criaderos de fauna silvestre”, como un primer instrumento técnico-normativo para legalizar las actividades económicas basadas en el uso extractivo de la fauna de interés cinegético (Villarreal 1999).

Ya en la segunda mitad de los 90, la SEMARNAP en su “*Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*”, el “criadero de fauna silvestre” es sustituido por la figura de la UMA, en la cual ya se reconoce el derecho de su propietario a obtener un beneficio económico por el aprovechamiento del recurso fauna que sea capaz de gestionar y conservar, derecho que tres años más tarde se consolida con la promulgación de la *Ley General de Vida Silvestre* (DOF 2000).

El sector ganadero diversificado forma parte del SUMA (*Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre*), el cual integra todas las unidades de distintas modalidades que realizan algún tipo de aprovechamiento de la vida silvestre, ya se trate de flora o de fauna. Hasta el 30 de septiembre de 2007, existían 7,861 UMA con 27.98 millones de ha (14.2% del territorio nacional). De este total, 5,469 UMA corresponden a unidades extensivas, las que se caracterizan por la gestión de la fauna silvestre en libertad, con especial énfasis hacia las especies nativas, que es donde se concentran las actividades relacionadas con el turismo cinegético y otras formas de

recreación de naturaleza (SEMARNAT 2008). Es pertinente hacer notar que salvo los criaderos extensivos (también conocidos como UMA de vida libre), las demás modalidades cuentan con superficies pequeñas, de tal forma que este sector representa una superficie aproximada de 25 millones de ha. Un desglose del SUMA se presenta en el Cuadro 1.3 (SEMARNAT 2008).

Poco más del 90% de las UMA se encuentran en los estados fronterizos del norte de México (Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas), así como en los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Durango, Jalisco, Nayarit, San Luís Potosí, Sinaloa y Zacatecas (SEMARNAT 2008); es decir, entre la región centro-occidente, el altiplano central, la Baja California y el norte del país se concentra la mayor proporción de usuarios de la fauna silvestre en general y del venado cola blanca en particular.

Cuadro 1.3: Relación de UMA por tipo de modalidad (SEMARNAT 2008)

Modalidades	No. de UMA
Criaderos extensivos	5,469
Criaderos intensivos	1,569
Viveros	405
Jardines botánicos	73
Zoológicos	89
Circos	127
Espectáculos fijos	49
Espectáculos ambulantes	80
Total	7,861

La normatividad del aprovechamiento cinegético, la tasa de aprovechamiento y el riesgo de aprovechamiento excesivo

Con la legalización del aprovechamiento cinegético de la fauna silvestre con fines comerciales, se hizo necesaria la creación de una normatividad, actualmente regulada por el *Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre* (DOF 2006). En esta normatividad son de especial relevancia la realización de estudios poblacionales por especie de interés, como un medio para justificar su aprovechamiento. Los conceptos

“*estudio poblacional*”, “*tasa de aprovechamiento*” y “*aprovechamiento extractivo*” se definen con claridad en la *Ley General de Vida Silvestre* (LGVS, Art. 3, fracc. XX, XLII y I respectivamente). La importancia del estudio poblacional como justificación legal al aprovechamiento, se establece en el Art. 87 de la LGVS, ya que la autorización del aprovechamiento es otorgado a usuarios del recurso fauna, en función de los resultados de los estudios de poblaciones que ellos realicen (DOF 2000).

Para gestionar una tasa de aprovechamiento, el usuario (propietario de UMA) debe presentar el trámite específico para el caso, denominado “*Autorización de Aprovechamiento Extractivo*” (Clave COFEMER: SEMARNAT-08-023, COFEMER 2008). Este trámite es una solicitud, que el usuario debe presentar en forma previa a la temporada cinegética de la especie de interés, y debe ir acompañada de los resultados de los estudios o muestreos poblacionales (Anexo A) de la especie que se pretenda aprovechar en los términos del “*plan de manejo*” aprobado. El plazo de respuesta al trámite citado por la autoridad competente, es de 15 días hábiles (COFEMER 2008). Cabe hacer mención, que en el formato de solicitud, el usuario debe especificar el número de ejemplares que pretende aprovechar, situación que de antemano le deja abierta la posibilidad de plantear una cifra posiblemente exagerada, en tanto que obliga a la autoridad a aprobarla o negarla.

Para el caso del venado cola blanca se han desarrollado una gran variedad de técnicas, para realizar los estudios poblacionales necesarios para su aprovechamiento, tema que ya fue abordado en este capítulo. Es importante señalar que en el “*Plan de manejo tipo para venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México*”, además de las estimaciones por observación directa, se reconocen como procedimientos válidos para estimar poblaciones de cérvidos, los métodos indirectos de estimación poblacional conocidos como técnica de Eberhardt y Van Etten (1956) que consiste en el recuento de grupos fecales, y de huellas (Tyson 1959, Mandujano 2005), aunque la principal desventaja de estos métodos es lo complejo que resulta obtener datos poblacionales como proporción de sexos y estructura de edades (SEMARNAT 2007) No obstante, y como ha quedado dicho, el recuento de grupos fecales permite una estimación indirecta de la distribución de las clases de edad (Sánchez-Rojas *et al.* 2004), pero se ve limitado en su capacidad para establecer proporción de sexos

Con independencia de los métodos empleados para la justificación del aprovechamiento del venado cola blanca, es necesario considerar que en la actualidad, la autoridad ambiental federal otorga tasas de aprovechamiento a nivel predial, como resultado de estudios poblacionales realizados a la misma escala. Se tiene entonces la sospecha de que se pudiera estar aprovechando en exceso al venado cola blanca a nivel regional, ya que la suma de los venados autorizados por UMA dentro de una región determinada, será superior al promedio ponderado regional que debiera obtenerse a partir de tales autorizaciones. Para evitar esta incertidumbre y ser más conservadores de la especie, una propuesta razonable sería generar tasas de aprovechamiento a escala regional a partir del promedio ponderado de las estimaciones individuales por UMA, asignando en forma proporcional a cada una de ellas los venados autorizados.

No obstante, y dado que la posibilidad de sobre-estimaciones por los usuarios permanece, es necesario que los estudios poblacionales de venado cola blanca sean realizados a escala regional, ya sea por la propia autoridad ambiental, o por instituciones imparciales y ajenas a los intereses del mercado cinegético, para proveer de información fidedigna a la autoridad responsable de la gestión de la vida silvestre en el país. En el *Plan de manejo tipo para el venado cola blanca* (SEMARNAT 2007) ya se plantean como objetivos particulares, conocer la situación actual de la especie a través de los métodos de seguimiento a nivel regional, y promover la gestión regional de la especie a través de actividades de repoblación, seguimiento y fomento avalados por la *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, lo que sin duda contribuirá a disminuir el riesgo de un aprovechamiento excesivo del venado cola blanca.

Productividad del sector ganadero diversificado y su importancia

Existe poca información sobre la rentabilidad de las empresas del turismo cinegético, pero sin lugar a dudas uno de los mejores ejemplos en el país, es el caso de los estados fronterizos del noreste mexicano. Del total de las UMA extensivas existentes en el SUMA, 2,700 (54% del total nacional) con 5.7 millones de ha se encuentran en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Villarreal (2005) estima que en esta zona del país, se generan anualmente unos 132.16 millones de pesos, por la caza del

venado cola blanca texano, lo que equivale a los ingresos netos obtenidos por la venta de 155,500 becerros de exportación. Una derrama económica adicional de 143 millones de pesos en esta misma zona, se obtiene de la caza de jabalí de collar, palomas, aves acuáticas, codornices y otras especies (Villarreal 2005).

Este éxito económico derivado del aprovechamiento legal de la fauna silvestre, ha traído consigo algunos beneficios colaterales, entre los que destaca el ajuste o disminución de la carga ganadera sobre los agostaderos, así como la supresión de desmontes masivos o mal planificados (Villarreal 2005).

El impacto económico de la caza deportiva en los estados fronterizos del norte de México, ha sido estudiado y documentado por Guajardo y Martínez (2004), sobre 3,084 UMA con una superficie de 13.83 millones de ha. Estos autores cuantificaron la contribución económica del turismo cinegético incorporando tanto los impactos directos como los indirectos e inducidos, durante la temporada de caza 2001- 2002.

La derrama económica del turismo cinegético se integra por tres componentes:

- a) Gastos que realiza fuera de la UMA o rancho cinegético (por ejemplo transporte, compras, alojamiento, alimentación, y otras actividades).
- b) Gastos que realiza dentro de los ranchos o vinculado a ellos (por ejemplo permisos de armas de fuego, hospedaje, alimentación, guías, alquiler de equipo, cartuchos, etc.).
- c) Gastos relacionados con el cintillo o licencia según la especie que se trate.

Considerando los diferentes rubros, el gasto promedio anual del cazador nacional es de \$11,747.00 a \$13,100.00 pesos, en tanto que el gasto promedio del cazador extranjero considerando los diferentes rubros ya mencionados, oscila entre \$20,085 y \$22,050 pesos (Guajardo y Martínez 2004).

Para la temporada del 2001-2002, la SECTUR estimó la derrama total del mercado turismo cinegético en México, que osciló entre 140 y 155 millones de dólares. Se encontró que el turismo cinegético doméstico contribuyó aproximadamente con el 57% de la derrama total, en tanto que el 43% restante representa la contribución del turismo cinegético extranjero (Guajardo y Martínez 2004). Este es un ejemplo representativo de la importancia que tiene el mercado cinegético nacional en la economía del sector ganadero diversificado del norte de México.

Las especies preferidas por los cazadores nacionales son paloma, venado cola blanca, jabalí, aves acuáticas, guajolote silvestre, codorniz, conejo, ganso, venado bura y borrego cimarrón. Las especies preferidas por los cazadores extranjeros son venado cola blanca, venado bura, paloma, borrego cimarrón, paloma ala blanca, codorniz, aves acuáticas y jabalí de collar. Destaca, en particular, la marcada preferencia de los cazadores extranjeros por el venado cola blanca, lo que indica que probablemente la calidad de los trofeos que se cobran en México es superior a los que se ofrece en el sur de Estados Unidos, y sobre todo a un precio menor, lo que permite al cazador seleccionar el mejor ejemplar para obtener un trofeo (Guajardo y Martínez 2004).

Durante esa temporada, se atendió a un total de 37,778 turistas cinegéticos (nacionales y extranjeros), los cuales generaron un impacto económico total de 3,933.46 millones de pesos entre gastos, ingresos y salarios, y derechos de caza gubernamentales, además de haber generado un total de 43,685 empleos (Guajardo y Martínez 2004). Cabe destacar que estos autores desglosaron el impacto económico en tres tipos:

- a) Efecto directo: refleja el impacto de las compras de productos a un sector particular (ejemplo, es el impacto de la demanda por parte de los consumidores de bienes y servicios que oferta el sector turismo).
- b) Efecto indirecto: refleja las compras de insumos por el sector en cuestión a otros sectores de la economía (ejemplo, son las compras de las empresas del sector turismo a otras empresas de otros sectores)
- c) Efecto inducido: refleja el impacto de los gastos de las familias como resultado de los cambios en el producto resultantes de las compras originales de las familias (ejemplo, las familias reciben ingresos -tanto del sector turismo como de otros sectores- con los cuales compran bienes y servicios, los cuales a su vez generan empleos adicionales e ingresos adicionales, etc.)

El desglose del impacto económico descrito, se presenta en el Cuadro 1.4.

Cuadro 1.4. Impacto económico por turismo cinegético en los estados fronterizos del norte de México durante la temporada de caza 2001-2002 (Guajardo y Martínez 2004).

Distribución del impacto económico	Directos	Indirectos	Inducidos	Total
Gasto	1,220,002,389.00	176,380,725.00	1,485,892,845.00	2,882,275,959.00
Ingreso	526,065,030.00	18,661,973.00	121,499,996.00	666,226,999.00
Derechos de caza	303,697,090.00	10,783,126.00	70,204,249.00	384,684,465.00
Empleos generados	31,638.00	5,813.00	6,233.00	43,684.00

Unidades en pesos. Incluye turismo cinegético nacional y del extranjero.

Si se compara la derrama económica total generada por la actividad cinegética contra el valor total de la carne de bovino producida, referido a pesos producidos por ha, se encuentra una evidente ventaja del turismo cinegético sobre la ganadería tradicional que se desarrolla en los pastizales (terrenos con vegetación natural y por lo tanto hábitat de la fauna silvestre). Pero si se quiere ser más estricto en la comparación, puede utilizarse solamente el valor del gasto directo generado por la actividad cinegética en lugar de la derrama económica total, ya que el primero equivale al dinero que perciben de manera directa los ranchos cinegéticos, y es comparable con las estadísticas del valor de la producción de carne de bovino en canal. Una representación gráfica de este comparativo, se muestra en la Figura 1.2.

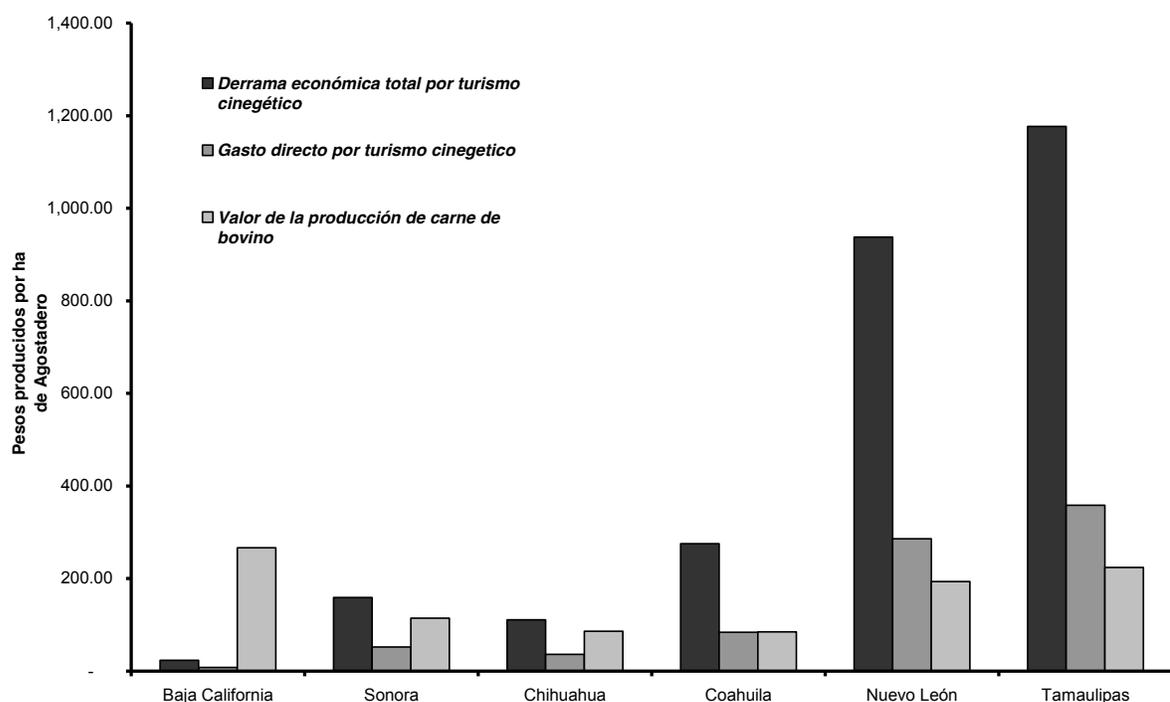


Figura 1.2. Derrama económica por turismo cinegético y producción de carne de bovino en canal en los estados fronterizos del norte de México durante 2002 (Datos de Guajardo y Martínez 2004, COTECOCA y el *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera* [SIAP] en 2002).

Con excepción de Baja California, todos los estados fronterizos muestran que la productividad de las áreas naturales para la actividad cinegética es superior a la producción de bovinos. Pero cuando se comparan los ingresos directos a las UMA (gastos directos) contra el valor de la producción de carne de bovino, solamente en los estados de Nuevo León y Tamaulipas (donde se concentra gran parte de la oferta cinegética), puede apreciarse la superioridad del turismo cinegético de manera evidente. Lo anterior puede explicar porque muchos ganaderos han vuelto su interés hacia la conservación y usufructo legal de la fauna silvestre.

Guajardo y Martínez (2004), concluyen con una reflexión importante, al comparar el potencial productivo de la fauna silvestre entre el estado norteamericano de Texas y los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (que integran una sola región

biogeográfica), se percatan que el potencial de desarrollo cinegético del lado mexicano aún se encuentra muy por debajo de su capacidad, ya que el impacto económico generado por los seis estados analizados, apenas representa el 13% del impacto económico del estado de Texas por el mismo concepto. Los datos que se emplearon para la comparación anterior, se presentan en los Cuadros 1.5 y 1.6.

Cuadro 1.5. Productividad del turismo cinegético en el norte de México por entidad federativa durante la temporada 2001-2002, referida a pesos por ha (Guajardo y Martínez 2004).

Estado	No. de UMA	Superficie en ha	DERRAMA ECONOMICA POR TURISMO CINEGÉTICO			
			derrama económica total	pesos producidos por ha	solo gasto directo	pesos producidos por ha
Baja California	65	2,190,469	51,604,149.00	23.56	17,190,469.00	7.85
Sonora	786	5,126,831	816,161,333.00	159.19	266,712,734.00	52.02
Chihuahua	95	975,840	108,396,428.00	111.08	35,422,785.00	36.30
Coahuila	607	3,194,700	878,852,457.00	275.10	267,754,581.00	83.81
Nuevo León	858	1,230,495	1,154,135,060.00	937.94	351,623,233.00	285.76
Tamaulipas	673	784,711	923,308,028.00	1,176.62	281,298,587.00	358.47
Región Norte	3084	13,503,046	3,932,457,455.00	291.23	1,220,002,389.00	90.35

Cuadro 1.6. Producción de carne de bovino en la región norte de México por entidad federativa, durante el año 2002, referido a pesos por ha.

Estado	INGRESOS POR PRODUCCION DE CARNE DE BOVINO		
	Vegetación Natural (ha)*	Valor de la producción carne de bovino (Miles de pesos)**	Pesos producidos por ha
Baja California	4,700,000	1,252,793	266.55
Sonora	15,000,000	1,715,940	114.40
Chihuahua	17,805,000	1,537,899	86.37
Coahuila	11,600,000	984,885	84.90
Nuevo León	4,500,000	870,157	193.37
Tamaulipas	4,670,000	1,046,274	224.04
Región Norte	58,275,000	7,407,948	127.12

* Datos obtenidos por la Comisión Técnica Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), SAGARPA, con base en: COTECOCA, SARH. 1999-2002. ** Datos de producción ganadera del año 2002, recabados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA.

Es evidente entonces que la actividad cinegética genera beneficios económicos importantes, no sólo a los propietarios de los Ranchos Cinegéticos o UMA, sino que además fomenta el crecimiento de la comunidad en donde se desarrolla esta actividad debido a que permite considerar y, en algunos casos, reactivar las actividades agropecuarias, creando opciones de empleo y desarrollo en las comunidades locales.

Es oportuno señalar que en el análisis económico efectuado por Guajardo y Martínez (2004) se determinaron tres puntos claves para considerar una UMA como exitosa: a) rentabilidad, b) manejo sustentable del hábitat y fauna silvestre, y c) impacto económico comprobable en el desarrollo social y económico de la zona en la que esté localizada. Sin embargo, es pertinente señalar que en algunas UMA exitosas como las evaluadas por estos autores, la gestión sustentable del hábitat y la fauna silvestre pudiera ser cuestionable, pues es sabido que en algunos ranchos del noreste del país, ya se han documentado casos de sobrepoblación y saturación del hábitat, situación que en última instancia también compromete la sustentabilidad del recurso aprovechado (Martínez y Hewitt 2001).

Salvo lo reseñado con anterioridad, la consideración de esos tres puntos es válida y recomendable. Si se aplicara este criterio para evaluar la sustentabilidad de las UMA en el país, sería deseable contar con un sistema de seguimiento, en el cual:

- a. Se pueda comprobar que la operación de la UMA es rentable
- b. Se constate el beneficio del desarrollo en el contexto regional al que pertenece, tanto en términos económicos como sociales y de educación ambiental.
- c. Se demuestre que las poblaciones de las especies de fauna silvestre que aprovecha, carezcan de aprovechamiento excesivo, de saturación de su hábitat, y que su gestión fomente la estabilidad y perdurabilidad del sistema productivo.

En este orden de ideas, la gestión sustentable del hábitat y de las especies y poblaciones de interés, sólo es posible garantizarla mediante programas regionales de seguimiento, más que con estudios poblacionales y evaluaciones de hábitat que por trámite, deben realizar los usuarios del recurso fauna.

Como ha podido constatarse en el ejemplo presentado por Guajardo y Martínez (2004), la importancia de la ganadería diversificada y del turismo cinegético como actividades productivas en el sector rural está fuera de toda duda. Pero también es cierto que el futuro de tales actividades, depende de la perdurabilidad de las especies de fauna silvestre y sus poblaciones, que constituyen su principal “insumo”. Cuando se pone exclusiva atención al valor económico de la fauna silvestre en términos de servicios de turismo cinegético, como en la década de los 60 lo señalaba Hernández-Corzo (1968), se corre el riesgo de perder de vista su importancia ecológica, y con ello, se incrementa el riesgo de su eventual colapso por el aprovechamiento excesivo.

Guajardo y Martínez (2004) concluyen considerando cuatro factores fundamentales que limitan el desarrollo del turismo cinegético nacional como actividad competitiva a nivel mundial: a) Desaparición o reducción significativa de las poblaciones de diferentes especies de interés cinegético, b) Falta de asesoría técnica especializada, c) Dificultades para la práctica de la cacería deportiva, y d) Insuficiente promoción de la cacería deportiva. Es destacable que estos autores consideren en primer lugar el peligro de disminución o desaparición de especies y poblaciones de fauna cinegética, ya que sin este recurso, el mercado del turismo cinegético colapsaría sin remedio. El segundo factor se relaciona con el papel de los profesionales de la gestión de fauna en este país, cuyo desempeño es pobremente evaluado por la autoridad, y que seguramente se vean obligados a realizar estimaciones sesgadas a favor de una demanda en constante incremento, y a riesgo de ser desplazados por profesionales sin ética con la fauna silvestre y mas complacientes con sus empleadores. En última instancia, tasas de aprovechamiento sobre-estimadas con fines mercantilistas, es evidente que contribuirán a incrementar las probabilidades de que el primer factor ocurra. En cuanto a los otros dos factores (dificultades para cacería deportiva y promoción insuficiente), es un hecho que reciben mayor atención por parte de los propios empresarios del turismo cinegético, y es posible que no representen tanto peligro al futuro de la fauna, como los otros dos.

Como se verá mas adelante, en Aguascalientes no existe información que permita evaluar la sustentabilidad del turismo cinegético como actividad productiva, pues mas allá de la evidente rentabilidad de esas empresas, no hay evidencia publicada sobre el

impacto benéfico (social y económico) de su operación en el contexto estatal, ni datos que demuestren que el incremento en la tasa de extracción del venado cola blanca sean reflejo de un incremento en su tamaño poblacional.

Literatura citada

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. Archivo digital en formato pdf. En:

<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Odocoileusvirginianus00.pdf>

Agraz, L. D. y Gómez, E. 2007. La construcción de la región del Golfo de California desde lo ambiental y lo indígena. *Ra Ximhai* 3 (1):83-116.

Benavides, J. 1989. El papel de ANGADI en el fomento, desarrollo y conservación del venado cola blanca en el noreste de México. pp: 147-154. En: Roa-Riol, M. A., Villarreal, G. J. G., y Dietrich, P. U. (eds.). *III Simposio sobre Venados en México*. UANL y UNAM, N. L.

Benavides, T. y J. Villarreal. 1994. Bosquejo histórico del manejo y administración del venado cola blanca texano en el noreste de México". pp: 7-14. En: Roa-Riol, M. A. (ed.). *IV Simposio Sobre Venados de México*. UNAM, ANGADI, UAT.

Bennet, L. J., P. F. English and R. McCain. 1940. A study of deer populations by use of pellet-group counts. *J. Wildl. Manage.* 4(4):398-403.

Byers, C. R., R. K. Steinhorst and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.* 48:1050-1053.

CDI. 2008. *Pueblos indígenas de México: Huicholes / Wirraritari o Wirrárika*. Archivo digital en Internet. En: <http://www.cdi.gob.mx/ini/monografias/huicholes.html>

CNDH. 2001. Resumen de la recomendación sobre el caso del lugar sagrado huichol y zona de conservación ecológica denominado Wirikuta, dirigida al licenciado Fernando Silva Nieto, Gobernador Constitucional del Estado de San Luis Potosí. Recomendación 014/2001. Archivo digital. En:

<http://www.cndh.org.mx/recomen/2001/014.htm>

-
-
- COFEMER. 2008. Autorización de aprovechamiento extractivo. en:
<http://www.apps.cofemer.gob.mx>
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2000. *Ley general de vida silvestre*. Publicada en el D.O.F. el 3 de julio de 2000. Archivo digital en formato pdf. En:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2006. Reglamento de la ley general de vida silvestre. Diario Oficial. 30 de noviembre de 2006. Archivo digital en formato pdf. En:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
- Eberhardt, L. and R. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20: 70-74.
- Ezcurra, E., S. Gallina, and P. F. Ffolliott. 1980. Manejo combinado del venado y el ganado en el norte de México. *Rangelands* 2 (5): 208-209.
- Ezcurra, E. and S. Gallina, 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. pp: 77-106. In: Ffolliott P. F. and S. Gallina (eds.) *Deer biology, habitat requirements, and management in western North America*. Instituto de Ecología. México, D F.
- Felix, A. B., D. P. Walsh, B. D. Hughey, H. Campa III, and S. R. Winterstein. 2007. Applying landscape-scale habitat-potential models to understand deer spatial structure and movement patterns. *J. Wildl. Manage.* 71(3):804-810.
- Galindo-Leal, C., G. A Morales, and R. M Weber. 1993. Distribution and abundance of coues deer and cattle in Michilia Biosphere Reserve, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 38 (2):127-135.
- Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental*. Ecología, Manejo y Conservación. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.
- Gallina, T. S. A. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Michilía, Dgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. *Tesis de Doctorado*. 86 p.
- García, M. E. y A. Romero. 2003. Apuntes del curso de ecología de agostaderos. Verano de 2003. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. 185 p.
- Guajardo Q. R. G. y Martínez N. A. 2004. Cuantificación del impacto económico de la caza deportiva en el norte de México y perspectivas de desarrollo. En: *Entorno Económico* 52(50):1-17.
-
-

-
-
- Hernández-Corzo, R. 1968. Importancia de la fauna en México. Divulgación Forestal. Folleto. México, D.F. 20 p.
- INE. 2008. Decreto que declara sitio de patrimonio histórico, cultural y zona sujeta a conservación ecológica del grupo étnico "Wirrárika" a los lugares sagrados y a la ruta histórico cultural ubicada en los municipios de Villa de Ramos, Charcas y Catorce del Estado de San Luis Potosí. 19 de septiembre de 1994. Instituto Nacional de Ecología. Archivo digital. En: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/360/slp.html>
- Johnson, D. E. 2000. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. Internacional Thomson Editores, S.A. de C.V. México, D.F. 566 p.
- Khan, M. Z., J. Altmann, S. S. Isani and J. Yu. 2002. A matter of time: evaluating of fecal samples for steroid analysis. *Gen. Comp. Endocrin.* 128: 57-64
- Kie, J. G., M. White and F. F. Knowlton. 1979. Effects of coyote predation on population dynamics of white-tailed deer. pp: 65-82. In: Drawe, D. L. (ed.). *Proceedings of the first Welder Wildlife Foundation Symposium*. Corpus Christi, Texas.
- Kobelkowsky, R. S. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87 p.
- La Jornada. 2002. Retorno a la tierra despojada. Marzo 4. México, D.F. Archivo digital. En: <http://www.jornada.unam.mx/2002/03/04/048n1con.php?origen=index.html>
- Leopold, A. S. 1985. *Fauna silvestre de México*. Tercera reimpresión. Editorial Pax. México, D. F. 608 p.
- López-Téllez, M. C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):1-16.
- Mandujano, S. 1994. Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. pp: 283-297. En: Vaughan, C. y M. A. Rodríguez (eds.). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.

-
-
- Mandujano, S y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 20(1):211-251.
- Mandujano, S. 2005. Tracks count calibration to estimate density of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a Mexican tropical forest. *The Southwestern Naturalist* 50: 223-229.
- Manly, B., L. McDonald and D. Thomas. 1993. *Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall. London. 177 p.
- Marshal, J. P., V. C. Bleich, P. R. Krausman, M. L. Reed, and N. G. Andrew. 2006. Factors affecting habitat use and distribution of desert mule deer in an arid environment. *Wildlife Society Bulletin* 34(3): 609-619.
- Martínez, A. A. y Hewitt, D. 2001. Sobre población de venado cola blanca en el noreste de México. *Ciencia UANL* 4(2):177-181.
- Martínez-Romero, L. E. 2004. Determinación de fechas de aprovechamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a través de hormonas sexuales y comportamiento. *Tesis de maestría de manejo de fauna silvestre*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México 77 p.
- Mcardle, R. E. 1960. Concepto del aprovechamiento múltiple del monte y las tierras forestales: su valor y limitaciones. *Unasyva* 14(4): 00-00. Archivo Digital. En: <http://www.fao.org/docrep/x5397s/x5397s03.htm#TopOfPage>
- Medina-Torres, S. M., E. García-Moya, M. Márquez-Olivas, H. Vaquera-Huerta, A. Romero, M. Martínez-Menes. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus Couesi*), en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. Aceptado en *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24(3): 00-00.
- Medina-Torres, S. M., M. Márquez O., y E. García M, 2007. Uso y selección de embalses por el pato mexicano (*Anas diazi*) en la región del llano, Aguascalientes-Jalisco, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(2): 163-181.
-
-

-
-
- Mercado-Reyes, M., S. E. Ramos-Solís, M. Blancas-Mosqueda, C. Mondragón-de la Peña y J. P. Tavizón-García. 2001. Concentración de progesterona en heces fecales de hembra de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante el ciclo reproductivo en cautiverio. 5^{as}. Jornadas de Investigación. 25-29 junio 2001 Universidad Autónoma de Zacatecas. 10 p.
- Moore, W. R., W. L. Myers, W. Gaines, J. Agee, K. Raedeke, and S. Bushnell. 2003. Winter habitat use. pp: 28-52. In: W.L. Myers, editor. *Observations of mule deer habitat use, movements, and survival in Chelan*. Washington Department of Fish and Wildlife. Olympia, Washington.
- Morrison, S. F., G. J. Forbes, S. J. Young, and S. Lusk. 2003. Within-yard habitat use by white-tailed deer at varying winter severity. *Forest Ecology and Management* 172:173-182
- Mysterud A. and Anker, I. R. 1998. Functional responses in habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology* 79:1435-1441.
- Nef, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: A Review. *J. Wildl. Manage.* 32(3):597-614.
- Neu, W. C., R. C. Byers and M. J. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. *J. Wildl. Manage.* 38:541-545.
- Peek, J. M. 1986. *A review of Wildlife Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 486 p.
- Pérez-Mejía., S. Mandujano y L. E. Martínez. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 2(3):167-170.
- Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales, F. A. Cervantes. 1993. *Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México*. Archivo digital. En: <http://www.ibiologia.unam.mx/cnma/lista.html>.

Sánchez, O., M. A. Pineda., H. Benítez., B. González. y H. Berlanga. 1998. *Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la C.I.T.E.S.* Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D.F. Archivo digital. En: <http://www.conabio.gob.mx>

Sánchez-Rojas G., S. Gallina and M. Equihua. 2004. Pellet morphometry as a tool to distinguish age and sex in the mule deer. *Zoo Biology* 23:139–146.

SEMARNAP. 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural: 1997 – 2000. México, 207 p.

SEMARNAT. 2004. Informe de actividades y resultados 2004. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Unidad Coordinadora de Participación Social y Equidad. Dirección General Adjunta de Participación Social y Equidad. Subdirección de Atención a Pueblos Indígenas. Diciembre de 2004. México, D.F. 24 p.

SEMARNAT. 2007. *Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Vida Silvestre. Archivo pdf. 30 p. <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre>

SEMARNAT. 2008. *Sistema de unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (SUMA).* Página Web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Gestión Ambiental. Dirección General de Vida Silvestre. En: <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre>

Simonian, L. 1999. *La defensa de la tierra del jaguar. Una historia de la conservación en México.* Libro digital. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. En: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=118

Smith, R. H. 1968. A comparison of several sizes of circular plots for estimating deer pellet-group density. *J. Wildl. Manage.* 32(3):585-591.

-
-
- Soledad, M. 2008. *Artesanía y cultura indígena de México. Región occidente. La expresión plástica de Occidente: Un arte visto desde adentro*. Instituto Nacional Indigenista, documento en preparación para la edición, 329 p. En: www.cdi.gob.mx/wixarika/Paginas/Bibliografia/Bibliografia%20K%20page.htm
- Tescari, G. 2001. El Venado en la cosmología sagrada de los Huicholes, pp: 241-253. En: González Torres, Y. (ed.) *Animales y plantas en la visión mesoamericana*. CONACULTA-INAH. México.
- Tyson, E.L. 1959. *A deer drive track census*. Wildlife Management Institute. Washington D.C. pp: 454-464.
- UACJ. 2008. Conceptos de carga animal, capacidad de carga y coeficiente de agostadero. En: página Web de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1980. *Habitat Evaluation Procedures (HEP) 102 ESM*. Division of Ecological Services, U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior, Washington, D.C. 130 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. *Standards for the development of habitat suitability index models. 103 ESM*. Division of Ecological Services, U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior, Washington, D.C. 171 p.
- Valdespino, C., R. Martínez-Mota, L. M. García-Feria, y L. E. Martínez-Romero. 2007. Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: evolución de una metodología no invasiva. Ensayo. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):151-180.
- Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque La Primavera, Jalisco, México. pp: 247-262, in Vaughan, Ch. y M. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Van Etten, R. C. y C. L. Bennett. 1965. Some sources of error in using pellet-group counts for censusing deer. *J. Wildl. Manage.* 29(4):723-729.
- Villalobos, S. V. 1998. *El venado cola blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes*. En: Gobierno del Estado de Aguascalientes. Oficina de coordinación de asesores. Cuadernos de trabajo agricultura y recursos naturales. No. 89. Gob. del Edo. Aguascalientes, México. 73 p.
-
-

-
-
- Villarreal Espino-Barros, O. A. 2002. El grand-slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. *Arch. Zootec.* 51:187-193.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético.* Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.
- Villarreal, G. J. G. 2005. Segundo encuentro nacional ganadero. "Situación actual y perspectivas de la ganadería diversificada en México". México, D. F. Archivo pdf. 32 p.
- Wayne, R. K. 2001. Effect of scale on habitat selection of female white-tailed deer in the Central Black Hills, South Dakota and Wyoming. *PhD. Thesis dissertation.* South Dakota State University. 232 p.

CAPITULO II. EL VENADO COLA BLANCA EN AGUASCALIENTES

Resumen

En este capítulo se hizo una revisión de literatura sobre los antecedentes de la abundancia y estructura poblacional del venado cola blanca en Sierra Fría, Aguascalientes, con lo cual se determinó el comportamiento poblacional histórico de la especie. Así mismo, se analizó información de la *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT) sobre su aprovechamiento cinegético, que inicio en 1999, en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de la región, con el propósito de determinar el estado actual de la población que teóricamente debería existir para sustentar las cuotas de aprovechamiento que la *Dirección General de Vida Silvestre* (DGVS) les ha autorizado. Finalmente, se comparan estos resultados con los datos de abundancia históricamente documentados para la región.

Palabras Clave: venado cola blanca, *Odocoileus virginianus couesi*, Sierra Fría, UMA, Aguascalientes, aprovechamiento cinegético.

Abstract

A literature review was undertaken on published works on abundance and population structure of white-tailed deer in the “Sierra Fría”, Aguascalientes, to determine the behavior of historic population of the species. Likewise, analyzing available documentary hunting data issued by SEMARNAT since the late 90's, in the extensive Management Units for the Conservation of Wildlife (UMA) that have been developing hunting tourism in the “Sierra Fría”, to determine the structure and abundance of local populations of deer that theoretically should have to sustain the authorization of hunting quotas that the Wildlife Direction of SEMARNAT have granted. Finally, we compare these results with data abundance historically documented for the region.

Keyword: White tailed deer, *Odocoileus virginianus couesi*, Sierra Fría, UMA, Aguascalientes, hunting.

Introducción

El estado de Aguascalientes forma parte del área de distribución del venado de Coues (Galindo-Leal y Weber 1998) el cual, como en otras partes, ha sido utilizado como un recurso alimentario para complementar la dieta de los habitantes de las comunidades rurales, de manera particular los de Sierra Fría (Medina 1986) y Sierra del Laurel. Asimismo, constituye un recurso alimentario para diversos depredadores, dispersa semillas y ejerce un efecto importante en la estructura de la vegetación de la Sierra Madre Occidental (Galindo-Leal y Weber 1998).

Debido principalmente a la cacería no regulada y a las alteraciones y fragmentación de su hábitat, el venado de Coues estuvo al borde de la extinción, a principios de los años 70 del siglo pasado (Medina 1986, Romo 1987). Para revertir esa tendencia y promover la investigación de la especie, en 1975 se creó el *Programa de Conservación y Aprovechamiento Cinegético del Venado Cola Blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes* y como resultado de este programa, a finales de 1990 sus poblaciones ya se habían recuperado (Medina-Flores y Medina-Torres 1989, Villalobos 1998).

Como parte de estos esfuerzos conservacionistas, el 30 de enero de 1994, la Sierra Fría de Aguascalientes fue decretada por el Gobierno del Estado como Área Natural Protegida, bajo la modalidad de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCE), con una superficie de 1,120.1 km² (Villalobos 1998). De manera desafortunada, las acciones de protección del venado cola blanca no se han promovido con el mismo entusiasmo en las otras áreas del estado, como en Sierra del Laurel, donde la caza furtiva prevalece, y tampoco se ha motivado a los dueños de la tierra para que realicen una gestión apropiada de este recurso y diversifiquen sus actividades productivas.

Por otra parte, hay que reconocer que desde el año 2000 el Gobierno del Estado de Aguascalientes ha venido participando en el *Programa de Desarrollo Institucional Ambiental* (PDIA), con el propósito de obtener la descentralización de las facultades ambientales federales en materia de vida silvestre hacia la administración estatal. En 2004, tras su creación, la *Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente* (PROESPA) realizó un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas del sector ambiental estatal (Comun. pers. PROESPA), en el cual quedó claro que la gestión de la

fauna silvestre del estado, particularmente del venado cola blanca, estaba llegando a una etapa crítica.

No solo las áreas de distribución del venado de Coues en Aguascalientes, como Sierra del Laurel estaban al margen de los esfuerzos conservacionistas, aplicados en Sierra Fría, y por lo tanto expuestas a la caza furtiva y destrucción de su hábitat, sino que la falta de supervisión y vigilancia sobre las UMA, que aprovechan el venado cola blanca en Sierra Fría, hacía temer la posibilidad de un aprovechamiento excesivo, pues la viabilidad del aprovechamiento es demostrada por los usuarios del recurso, con estudios poblacionales que solo la autoridad ambiental federal conoce y que de buena fe acepta como válidos, dado que no cuenta con información actualizada y generada por instituciones imparciales que le permitan discernir sobre la veracidad de los estudios en que son sustentadas las solicitudes de aprovechamiento extractivo, que año con año se ve obligada a atender y resolver.

Todo lo anterior sucede sin que las autoridades ambientales del estado puedan intervenir, por no tener las facultades para ello, ya que la descentralización de funciones aun no se concreta. No obstante lo anterior, nuevos escenarios se presentan ahora en Aguascalientes, en relación con el fomento y la conservación de su riqueza natural, que constituyen nuevas áreas de oportunidad que de no ser atendidas con diligencia, podrían tornarse en amenazas directas al patrimonio natural de la entidad y, en particular, del venado cola blanca. Tal es el caso de la importancia de Sierra del Laurel, considerada por el ejecutivo estatal como un nuevo prospecto a integrar en el *Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas* (Gobierno del Estado de Aguascalientes 2005), con el propósito de conservar los sitios más representativos de la biodiversidad de la entidad.

La vigilancia en la protección del venado cola blanca

De acuerdo con Villalobos (1998), entre las décadas de los 40 y los 60, en Aguascalientes, como en otros estados, se incrementó la cacería gracias a la circulación de armas económicas pero letales, como el rifle calibre 22, lo que trajo como consecuencia la paulatina desaparición de especies de fauna silvestre como el

lobo mexicano, el oso negro y el águila real, y muchas otras, incluyendo, en forma particular, al venado cola blanca.

Una de las primeras acciones para controlar este problema fue la creación de un grupo de Guardias de Fauna. Este grupo de vigilancia estuvo a cargo de la federación, a través de la *Secretaría de Agricultura y Ganadería* (SAG), para continuar con la *Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos* (SARH) y finalmente por la *Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología* (SEDUE) hasta 1991 (Lámina 2.1). Este mismo autor refiere que entre los años de 1975 a 1992 (cuando el programa fue ejercido por la federación), se confiscaron un total de 1,251 armas de fuego en el estado (73.6 armas decomisadas por año). Sin embargo, en 1992 dicho programa pasa a cargo de la *Subsecretaría de Ecología* (SUBECO), de la *Secretaría de Desarrollo Social* (SEDESOL), del gobierno del estado y desde entonces hasta 1997 solo se decomisaron 84 armas de fuego (12 armas decomisadas por año) y se levantaron 51 infracciones por caza furtiva (Villalobos 1998).



Lámina 2.1. El oficial de fauna silvestre Javier “Gavilán” Hernández (derecha), y el autor (izquierda). Aseguramiento de una venada cola blanca, tres armas largas y un faro. Rincón de la Virgen, municipio de Jesús María, Aguascalientes, 24 de febrero de 1988. Servicio Federal de Flora y Fauna Silvestre (SEDUE delegación estatal).

La aparente disminución en el decomiso de armas se puede explicar, en parte, por una disminución en la incidencia del furtivismo, en respuesta a la intensa vigilancia de los años precedentes, aunque también debe señalarse que la vigilancia se concentró en la ZSCE-Sierra Fría a finales de los 90. Sin embargo, algunas acciones como la detención de un grupo de cazadores furtivos en la localidad de “Ciénega de Alcorcha”, en Sierra Fría, el 14 de Noviembre de 1996, a quienes les fueron encontradas 7 pieles de venados machos adultos, un ejemplar hembra que acababan de cazar, ya eviscerado, cinco armas largas de alto poder, cartuchos útiles de varios calibres, y otros equipos como reclamos de venado y faros para cazar por la noche, representaron contundentes golpes a la caza furtiva del venado cola blanca en la región. De acuerdo con la investigación realizada sobre ese caso, se pudo establecer que los infractores estaban cazando al menos un ejemplar por semana, siempre por la noche, mediante la técnica conocida como “lampareo” (Lámina 2.2).



Lámina 2.2. De izquierda a derecha, “Cmdte.”, “Cuervo” y “Ganso” (q.e.p.d) en acción; decomiso de 5 pieles de venado, una venada eviscerada, 5 armas largas, y equipo diverso para la caza furtiva con luz artificial. Ciénega de Alcorcha, Sierra Fría, 14 de noviembre de 1996.

En el año 2004 el grupo de guardas original sufre su primera división quedando parte del personal adscrito a la *Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente* (PROESPA), y el resto al *Instituto de Medio Ambiente del Estado* (IMAE), antes (en el 2005) *Subsecretaría de Ecología*. Duplicidades en las leyes que establecen las facultades de ambos órganos ambientales redundan entonces en una especie de “definición de jurisdicciones *a priori*”, quedando el grupo de Guardias del IMAE circunscrito a la protección de la ZSCE-Sierra Fría, mientras que los Guardias adscritos a PROESPA, ahora como inspectores ambientales, son empleados en actividades que nada tienen que ver con la protección de la fauna silvestre, quedando su condición original reducida a la de “coadyuvantes” con la federación.

Actualmente, la efectividad de este sistema de vigilancia ha quedado reducida a su mínima expresión. Si bien es cierto que ahora se cuenta con el apoyo de la policía estatal y de los municipios para apoyar en la prevención y combate de la cacería furtiva, sigue haciendo falta la experiencia del grupo que se desarrolló a lo largo de casi tres décadas. De manera desafortunada, el hecho de que el estado de Aguascalientes aún no tenga las atribuciones sobre la vigilancia de la vida silvestre en su territorio, por ahora facultad de la federación, seguirá limitando considerablemente la efectividad de su vigilancia.

No obstante, la operación de las UMA en Aguascalientes podría generar nuevas amenazas para la fauna silvestre en general, y para el venado cola blanca en particular. La *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (PROFEPA), es la dependencia responsable de la inspección, vigilancia y sanción de infracciones y delitos ambientales, incluyendo la supervisión del cumplimiento de la normatividad en materia de vida silvestre. Argumentando falta de recursos, esa autoridad no realiza la vigilancia con la misma frecuencia y eficiencia que en años anteriores hacía el grupo de Guardas de Fauna. Asimismo, para aplicar la vigilancia en las UMA, se ven limitados por el procedimiento administrativo, ya que solamente pueden realizar visitas de inspección, las que deben ser previamente notificadas, por lo que se pierde el factor sorpresa y con ello la posibilidad de sorprender en flagrancia a los infractores que realicen actividades ilícitas al interior de la UMA. Es conveniente mencionar que los propietarios de las UMA mantienen restringido el acceso a sus predios, por lo que

ninguna autoridad puede entrar a menos que cuente con una orden de inspección o judicial. Ante esta situación, ni los elementos del IMAE, ahora considerados como vigilantes, ni los inspectores ambientales de la PROESPA, pueden intervenir. Esta situación ha convertido a las UMA, más que reservas de caza, en cotos de impunidad, pues es frecuente que los dueños de las UMA y sus clientes, incurran en irregularidades, como el ejercicio de la caza fuera de temporada, caza de mas ejemplares que los autorizados, o caza fuera de los límites de la UMA en que fueron autorizados (caza en predios sin registro), lo que en última instancia, puede considerarse como cacería furtiva, irónicamente, en la única área natural protegida del estado de Aguascalientes (Láminas 2.3, 2.4 y 2.5).

Por ello, la vigilancia de fauna silvestre ahora debe ser algo más que patrullaje y armas, valor y leyes. Ello sigue vigente en donde no existe la caza legal ni las UMA. Por el contrario, la supervisión y control de las UMA ahora requiere dotar a la autoridad competente (federal o estatal), de información, o dicho de forma más precisa, de inteligencia. Un sistema de gestión basado en estudios realizados por las propias dependencias, o en su defecto contratados por ellas mismas a instituciones públicas de investigación; en modelos de hábitat actualizables mediante sensores remotos, y tecnología de Sistemas de Información Geográfica, puede ser la última frontera en materia de inspección y vigilancia de fauna silvestre.

No se puede negar que la autoridad ambiental tenga la capacidad de verificar que las solicitudes de aprovechamiento que le son presentadas cumplan con los criterios fundamentales de sustentabilidad, pero tampoco se puede negar que los usuarios (dueños o manejadores de las UMA) aprovechen las oportunidades que les de la autoridad para exagerar sus estimaciones, al justificar tasas de aprovechamiento a su conveniencia. Por lo tanto, esta investigación pretende contribuir en la creación de las bases para una nueva forma de realizar la gestión y fomento del venado cola blanca.



Lámina 2.3. Hallazgo de despojos de varios venados cola blanca descubiertos por el personal de la *Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente* el 30 de agosto de 2004. Rancho “Laguna Seca”, Área Natural “Protegida” Sierra Fría.

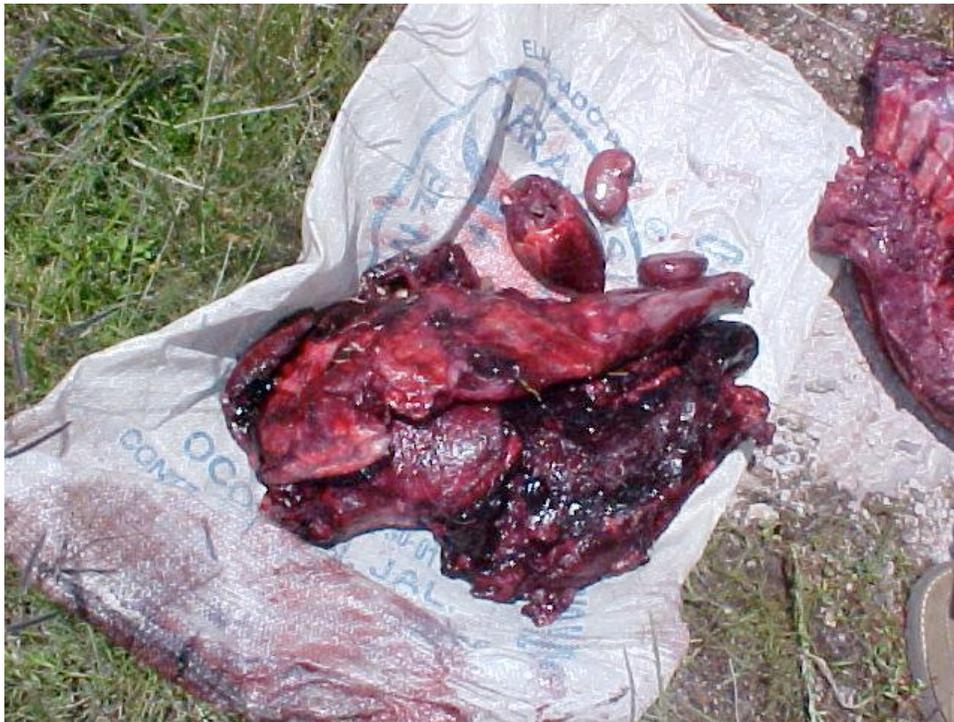


Lámina 2.4. Venado recién desollado, carne y vísceras encontrados por la PROESPA en el rancho “Laguna Seca”. Los cazadores furtivos abandonaron los despojos en el lugar, ante la llegada de los guardabosques. La caza se realizó fuera de temporada.



Lámina 2.5. Evidencias de caza furtiva. Un escondite para caza al acecho a orillas de un cuerpo de agua en el Cerro del Pinal, Área Natural “Protegida” Sierra Fría.

Estudios poblacionales de venado en Aguascalientes

Los primeros estudios poblacionales del venado de Coues, en Aguascalientes, se realizaron en la Sierra Fría en 1975 y continuaron en 1978, 1981, 1984, 1985, 1996 y 1998 (Medina 1986, Romo 1987, Medina-Flores y Medina-Torres 1989, Villalobos 1998, Kobelkowsky 2000). Villalobos (1998) encontró que de 1975 a 1997 la población de venados se incrementó 270.8%, al estimar una población de 2,690 ejemplares. Con base en lo anterior, es posible establecer que la Sierra Fría de Aguascalientes ha tenido una densidad promedio histórica (entre 1975 y 1998) de 2.1 ± 0.3 venados por km^2 , con valores que oscilan entre 0.7 y 3.7. (Cuadro 2.1, Figura 2.2). Sin embargo, es pertinente mencionar que tales estimaciones se hicieron en superficies que variaron entre 40,000, 70,000 y 112,000 ha, lo que pudiera influir en los resultados obtenidos.

Cuadro 2.1. Densidad poblacional del venado cola blanca de Coues en Sierra Fría Aguascalientes, con base en diversos autores, entre 1975 y 1998.

Año	Venados / km ²	Autor
1975	0.65	Medina 1986
1978	1.58	Medina 1986
1979	1.84	Medina y Medina 1989
1981	2.76	Medina 1986
1984	1.81	Romo 1987
1985	3.68	Medina 1986
1997	2.41	Villalobos 1998
1998	2.00	Kobelkowski 1999
Promedio	2.09	

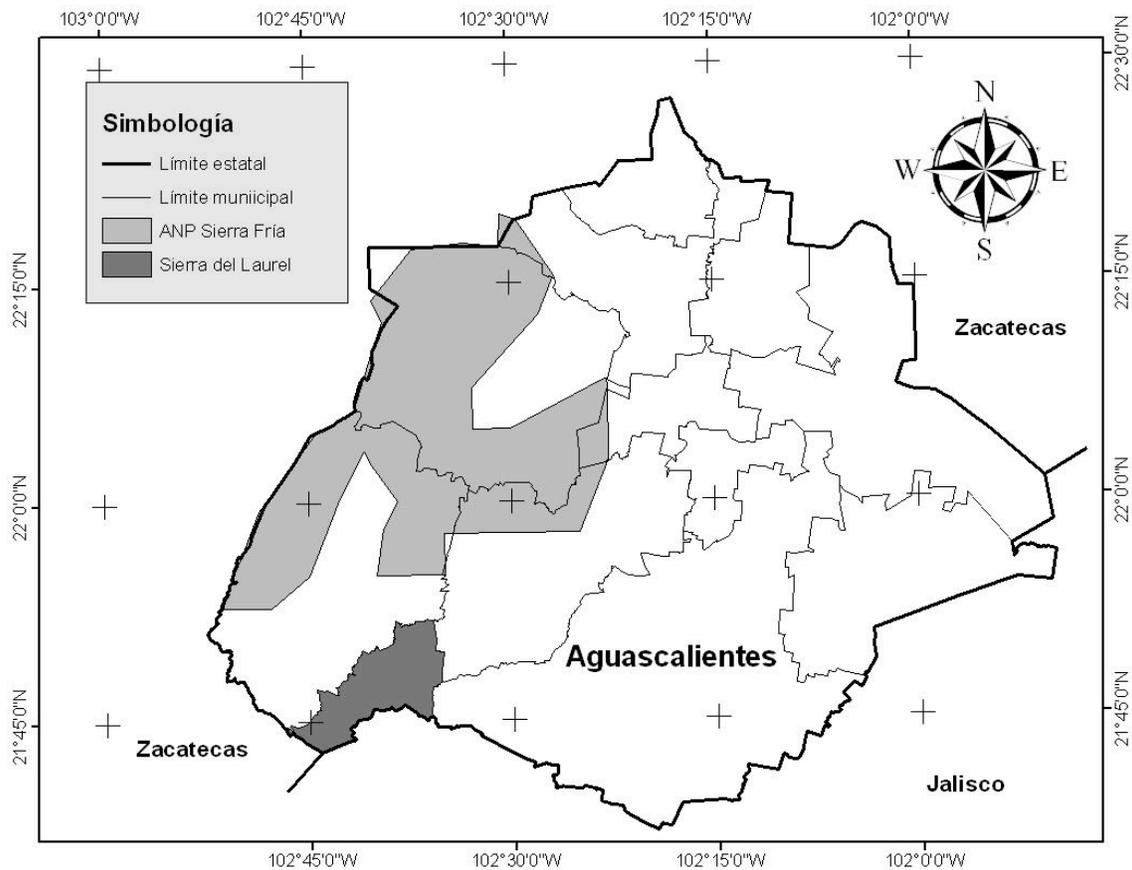


Figura 2.1. Ubicación del Área Natural Protegida Sierra Fría, en el estado de Aguascalientes, y su relación espacial con el área de estudio en Sierra del Laurel.



Figura 2.2. Densidad poblacional histórica del venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes, con base en datos de Medina (1986), Medina-Flores y Medina-Torres (1989), Romo (1987), Villalobos (1998) y Kobelkowsky (2000).

La tendencia en el incremento poblacional puede atribuirse, entre otras causales, a la intensa vigilancia que se desarrolló de manera constante en esos años (Villalobos 1998), a los métodos utilizados o a la superficie que se consideró en su momento para su estimación. Debe aclararse que estos estudios se realizaron mediante transectos y observación directa de venados (Medina 1986, Romo 1987, Medina-Flores y Medina-Torres 1989, Villalobos 1998, Kobelkowsky 2000), y solo el único estudio en el que se estimó la población de venados a través del recuento de excretas fue en el de Kobelkowsky (2000), quien estimó una densidad de 235 venados por km²; cantidad 134 veces mayor a la estimada por el recuento directo de venados; densidad que seguramente está sobreestimada pero que proporciona datos sobre la densidad promedio de excretas por hectárea, lo que permitió extraer información útil para realizar comparaciones entre los resultados de esta investigación y otros trabajos.

Sobre la estructura poblacional, Romo (1987), encontró que la relación hembras:macho promedio, durante los años de 1979 a 1984, fue de 2:1, con valores que oscilaron entre 1.18:1 a 3.8:1, por lo que puede ser considerada adecuada. En contraste, la productividad del hato reflejada en la relación promedio de cervatos:hembra, para el mismo período de tiempo, fue de 0.12:1, indicando una baja incorporación en la población. La relación adulto:juvenil osciló entre 1:0.05 y 1:0.31, con un promedio de 0.17 juveniles por adulto.

Por su parte, Villalobos (1998) encontró que para 1997 la relación hembras:macho fue de 2.5:1, la de cervatos:hembra 0.43:1 y la de adultos:juveniles 1:0.47. Este autor supone que de la población de venados que estimó (2,690) es posible que 896 sean machos (179 adultos y 717 cervatos y juveniles) y 1,794 hembras (682 adultas y 1,112 juveniles y cervatos); además, considera una incorporación de 350 cervatos, con una supervivencia promedio de 45%.

Kobelkowsky (2000) estimó una relación hembras:macho de 1.2:1, para toda la población, pero en los adultos esa relación fue de 0.8:1, situación que se asocia con poblaciones que han excedido la capacidad de sostenimiento de su hábitat (Villarreal 1999). Según sus datos, la estructura de edades varió de 0.78 juveniles por cada adulto (observación directa) hasta 1.38 (distribución de frecuencias trimodal del volumen de las excretas). La autora concluye que la población de venado de Coues en Sierra Fría se encuentra en crecimiento, aunque también argumenta que pudo existir una alta tasa de mortalidad en las clases de edad cercanas al estado adulto.

En términos generales parece que la relación hembras: macho tiende a estabilizarse en una proporción 1:1, en tanto que algo similar ocurre con la relación juveniles: adulto. El comportamiento histórico de la estructura poblacional puede resumirse en la Figura 2.3.

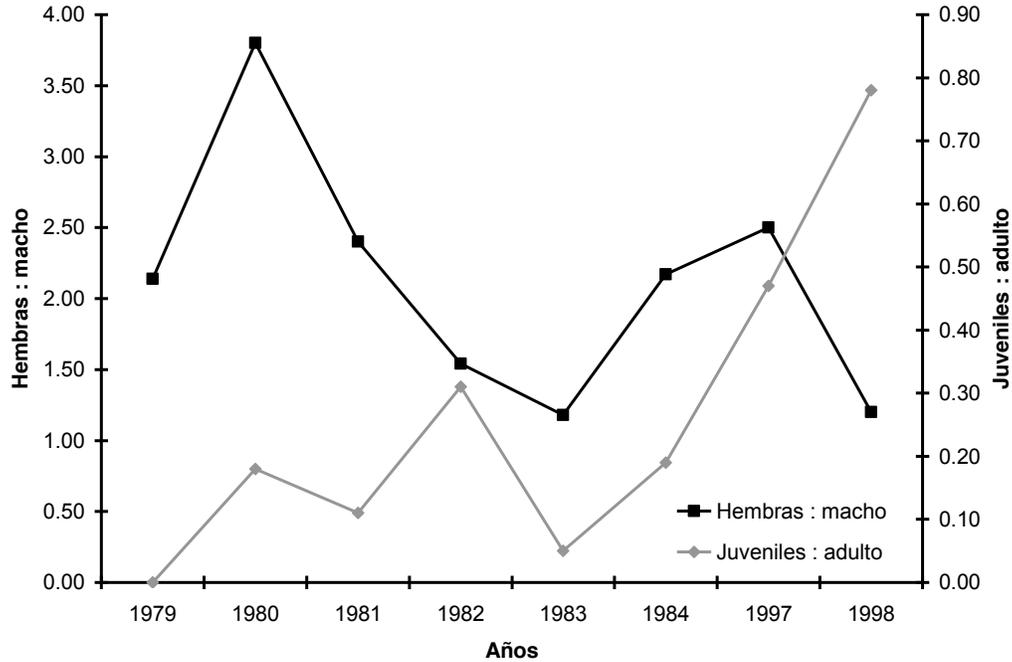


Figura 2.3. Relación de sexos y clases de edad del Venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes con base en datos obtenidos de Romo (1987), Villalobos (1998) y Kobelkowsky (2000).

La evidencia reunida en esta revisión, muestra que existe un incremento en la incorporación reflejada en el número de individuos jóvenes por adulto en la población. Lo anterior, sumado a una abundancia aparentemente estabilizada en dos venados / km², permitiría suponer con una razonable aproximación que la población total de venados en la ZSCE-Sierra Fría para finales de los 90, era del orden de 2,242 ejemplares, de los cuales 56% serían individuos adultos y 45.4% machos (570), suponiendo que la población se haya estabilizado con los valores de proporción de sexos (1.2 hembras por macho) y clases de edad (0.78 juveniles por adulto) encontrados para el mismo período. Suponiendo además que el 20% de la población estimada de machos adultos es susceptible de aprovechamiento cinegético, se obtendría un potencial de aprovechamiento de 114 ejemplares (0.1 venados / km²). En el Cuadro 1.2 se presenta un estimado de la estructura de la población total, además de la población susceptible de aprovecharse.

Cuadro 2.2. Población estimada total de venado de Coues y tasa de cosecha durante 1998 en Sierra Fría, Aguascalientes, con base en su tendencia histórica.

PARAMETRO	VALOR
Densidad promedio histórica (venados / km ²)	2.1
km ² ANP Sierra Fría	1,120.9
Población estimada total	2,354.0
Adultos	1,318.0
Machos	598.0
Hembras	720.0
Juveniles	1,036.0
Machos	470.0
Hembras	565.0
Machos cosechables (20% adultos)	120.0
Tasa de cosecha promedio (trofeos / km ²)	0.1

Aprovechamiento cinegético del venado de coues en Aguascalientes

Las primeras experiencias exitosas en el aprovechamiento cinegético legal del venado cola blanca en Aguascalientes, fueron posibles gracias al seguimiento que se proporcionó a las poblaciones de esta especie en Sierra Fría. En 1978 se realizó la primera temporada cinegética experimental, seguida de otras más en los años de 1979, 1981 y 1985 (Medina-Flores y Medina-Torres 1989). La tasa de aprovechamiento autorizada durante esos años, osciló entre 0.12 y 0.21 venados / km² (Cuadro 2.3), lo que representó entre el 4 y el 13% de la población estimada. Destaca el hecho de que el éxito de la caza no sobrepasaba el 54%, dado que el concepto del turismo cinegético como ahora se conoce, no estaba aún bien desarrollado. La caza como tal, solo era administrada por el estado, de conformidad con la abrogada *Ley Federal de Caza*, excluyendo a los ciudadanos de participar en su usufructo.

Cuadro 2.3. Tasa de cosecha de venado de Coues en Sierra Fría durante cuatro temporadas de caza experimentales, con base en datos de Medina-Flores y Medina-Torres (1989).

Año	Superficie (km ²) abierta a la caza	Venados autorizados	Venados cazados	Porcentaje del éxito de caza	Densidad venados/km ²	Venados autorizados/km ²	Porcentaje de la población autorizada
1978	344.00	71	38	53.52	1.59	0.21	12.98
1979	430.00	51	25	49.02	1.84	0.12	6.45
1981	178.00	30	13	43.33	2.70	0.17	6.24
1985	400.00	60	26	43.33	3.68	0.15	4.08

El inicio de las UMA en Aguascalientes

En 1996, como en otras partes de México, dio inicio en Aguascalientes el proceso de registro de *Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre* (UMA), con el propósito de favorecer que los dueños de la tierra obtuvieran un beneficio económico por el aprovechamiento cinegético del venado cola blanca y otras especies de fauna silvestre, a cambio de su conservación. Ese mismo año, la *Comisión para el Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Aguascalientes* (CODAGEA) comenzó con un proceso de fomento y registro de las primeras UMA en Sierra Fría (Observ. personal). Como parte de ese proceso y en el marco de una Asamblea General Ordinaria de la *Confederación Nacional Ganadera* en la Cd. de Aguascalientes, la CODAGEA auspició la creación de una delegación estatal de la *Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados-Criadores de Fauna* (ANGADI) lo que da lugar al inicio formal de la ganadería diversificada en Aguascalientes (Observ. personal).

Bajo esta nueva forma de aprovechar fauna, en la Sierra Fría de Aguascalientes se autorizaron los primeros 12 ejemplares de venado cola blanca para la temporada cinegética 1999-2000, sobre una superficie de 26.53 km², en las cinco UMA estudiadas por Kobelkowsky (2000) en 1998 (Figura 2.4).

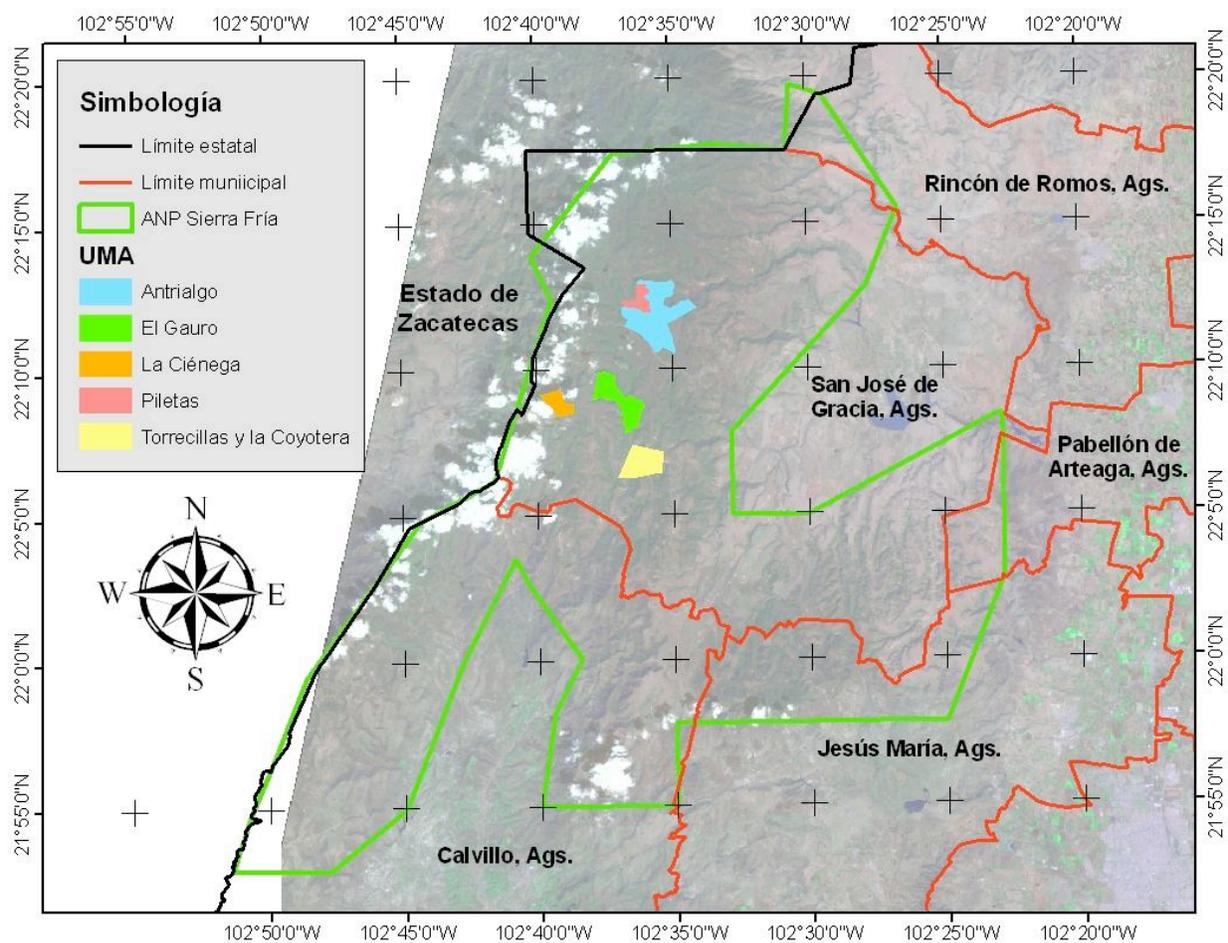


Figura 2.4. Ubicación de las UMA estudiadas por Kobelkowsky (2000) que iniciaron aprovechamientos de venado cola blanca en Sierra Fría, Aguascalientes, durante la temporada de caza 1999-2000.

El número de UMA, o la ampliación de las ya existentes, la superficie abierta a la caza y los venados autorizados para aprovechamiento cinegético se ha venido incrementando de tal forma, que para la temporada cinegética de 2006-2007 se autorizó el aprovechamiento de 51 venados en 9 de las 13 UMA que hay en la actualidad en Sierra Fría (Comun. pers. DGVS/SEMARNAT), lo que demuestra la importancia del venado cola blanca como recurso natural susceptible de explotación comercial. Sin embargo, es un hecho que la especie podría verse amenazada ya que algunos propietarios de las UMA prefieren introducir especies exóticas en sus predios,

lo que conlleva al uso indiscriminado de cercos para el aseguramiento y retención de esos semovientes; barreras que limitan el libre movimiento de las poblaciones de venado y de otras especies nativas. Como ejemplo están los ranchos cinegéticos que han venido introduciendo ejemplares de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*), en Sierra Fría, a pesar del peligro de hibridación con el venado de Coues local y su consecuente amenaza a la pureza genética de esta subespecie, que por cierto alcanza cotizaciones de mercado muy superiores al venado texano.

Otro aspecto a considerar es el incremento en el éxito de la cacería. Si se compara el éxito de la caza entre las temporadas cinegéticas experimentales entre 1979 y 1981 con el aprovechamiento cinegético en UMA, se puede apreciar un incremento considerable. Esto tiene particular relevancia, pues confirma que una buena parte de la tasa de aprovechamiento autorizada, tiene mayores probabilidades de ser removida de la población. Una comparación gráfica de lo anterior, se muestra en la Figura 2.5.

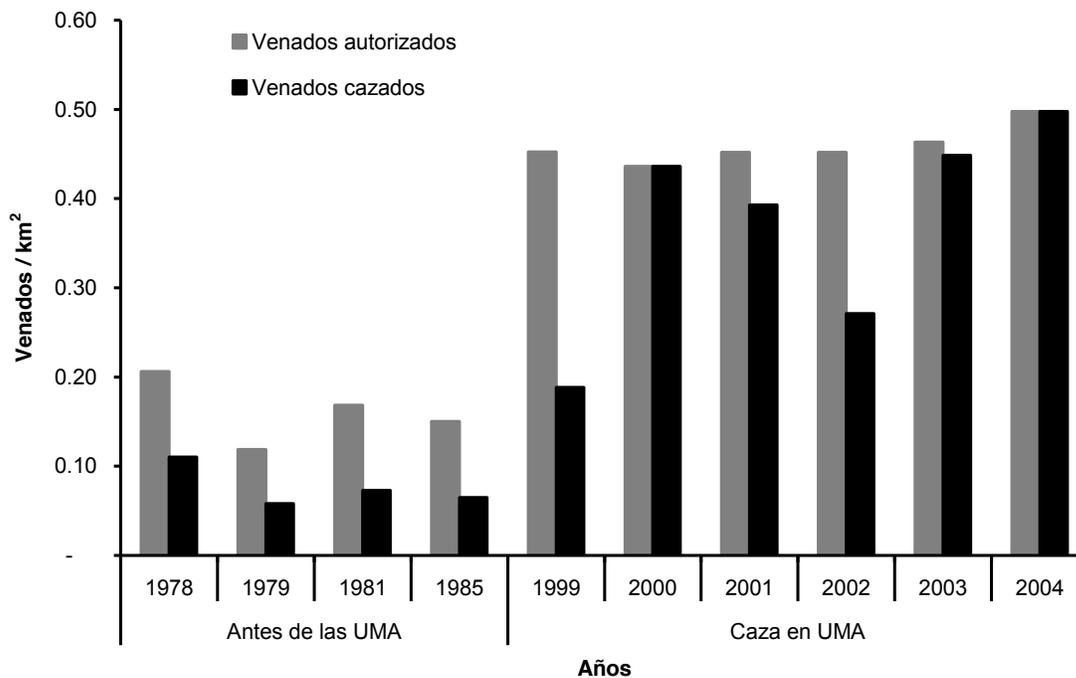


Figura 2.5. Tasa de venados autorizados y cazados en Sierra Fría, Aguascalientes (Medina-Flores y Medina-Torres 1989 y datos oficiales de SEMARNAT).

Es necesario destacar que, derivado del aprovechamiento autorizado para la temporada 2006-2007, se deduce una tasa de aprovechamiento de 0.4 venados por km². Si esta tasa se relaciona con la densidad promedio histórica de Sierra Fría (2.1 venados por km²), se encuentra que representa el 19 % de la población histórica estimada. En términos prácticos, esto significa que de cada 100 ejemplares en la población, 19 deben ser ejemplares machos adultos. Si se supone que esta cantidad representa el 20% de la población estimada de machos adultos (Villarreal 1999), se tendría que todos los individuos de la población serían machos adultos, situación biológicamente imposible. Es evidente entonces, que la población debió incrementarse desde finales de los 90, para que el aprovechamiento legal no ponga en peligro la estabilidad y viabilidad de la población de venados de Sierra Fría. No hay evidencia publicada que de sustento a ese incremento.

Densidad poblacional histórica y tasa de aprovechamiento

Desde el primer antecedente en 1999 y hasta 2004, el número de UMA que han obtenido tasa de aprovechamiento de venado cola blanca en Aguascalientes ha venido creciendo, tal y como se muestra en la Figura 2.6. Nuevas unidades se han sumado al aprovechamiento, de tal forma que de las 13 UMA existentes en Sierra Fría, hasta diciembre de 2004 solamente a siete se autorizaron aprovechamientos.

El aprovechamiento autorizado en relación a la densidad poblacional histórica, ambas referidas a venados por km², también muestra un cambio importante entre el período de las temporadas cinegéticas experimentales 1978-1985, y el inicio del aprovechamiento cinegético en UMA (Figura 2.7).

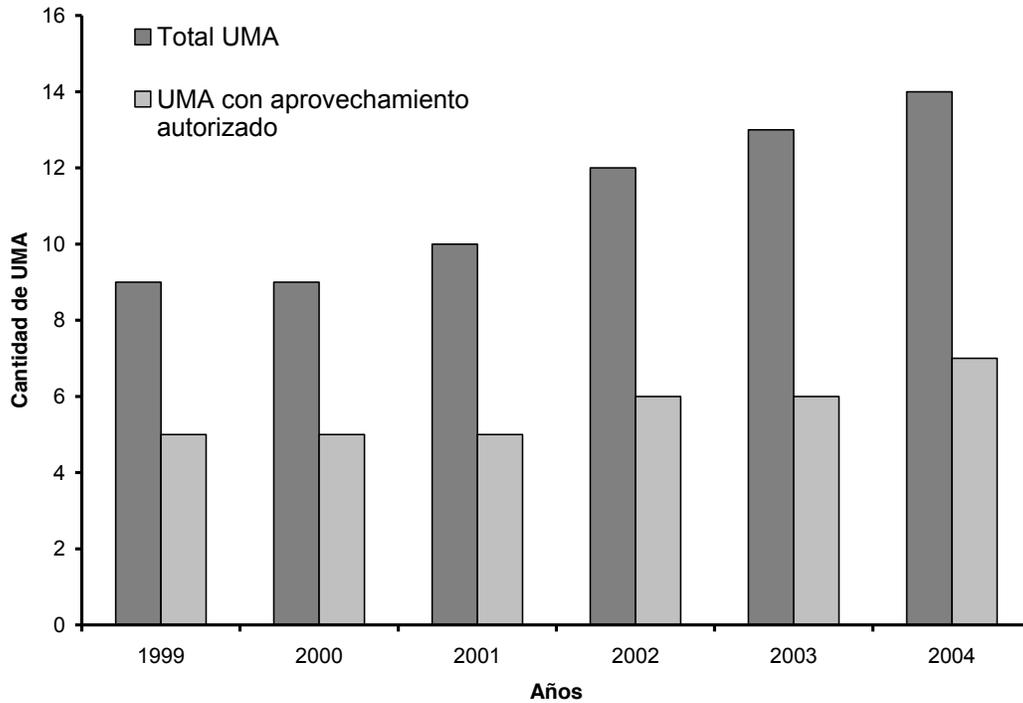


Figura 2.6. UMA con tasa de cosecha autorizada y su relación con el total de UMA extensivas registradas entre 1999 y 2004 en Aguascalientes.

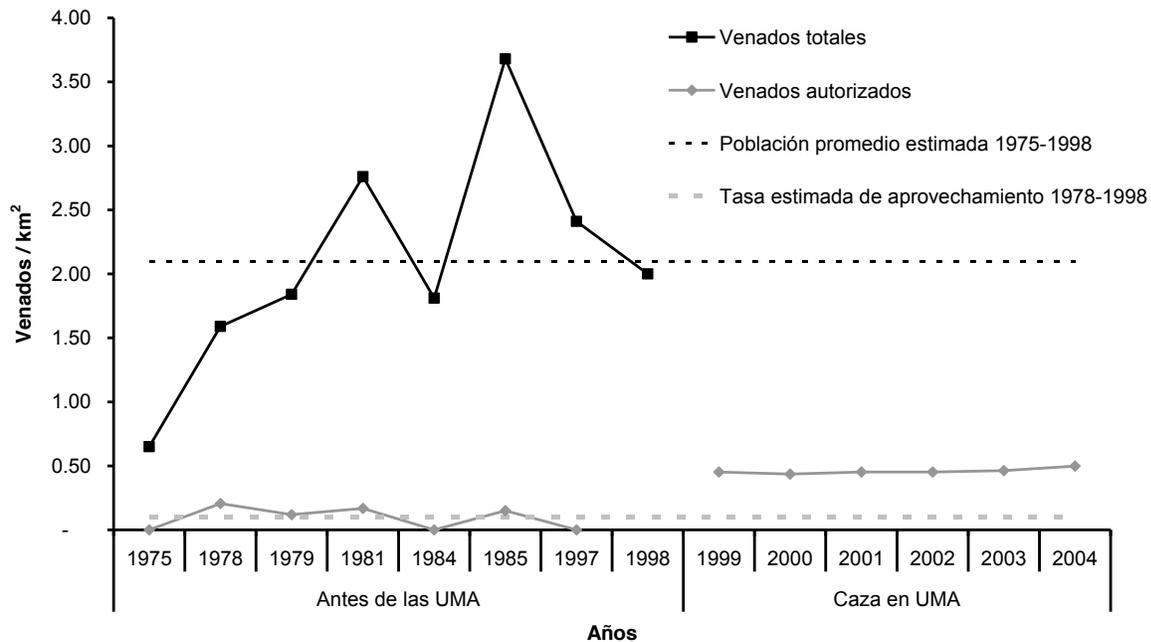


Figura 2.7. Tasa de aprovechamiento del venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes y su relación con la densidad poblacional histórica hasta 1998.

Con base en la información analizada hasta ahora, es evidente que con el advenimiento del nuevo enfoque en el aprovechamiento cinegético del venado de Coues en Sierra Fría, Aguascalientes, el aprovechamiento se ha incrementado considerablemente, ya que la tendencia es hacia el aprovechamiento de más ejemplares en menos superficie de hábitat abierto a la caza. Una vez más, ello sugiere que debiera existir un incremento considerable en la densidad de venados en Sierra Fría.

Una estimación poblacional realizada por Kobelkowsky (2000), en cinco UMA en Sierra Fría, a finales de 1998, y a través del método de transectos, encontró densidades de venado de Coues entre uno y cinco individuos por km² (Cuadro 2.4). Sobre cada predio evaluado, determinó además los parámetros poblacionales (proporción de sexos y estadíos de desarrollo) que permitieron estimar la composición de cada población de venados. Analizando la información obtenida por Kobelkowsky (2000), es factible estimar una tasa de cosecha considerando el 20% de la población de machos adultos exclusivamente, como lo establece Villarreal (1998). Si se compara la tasa de aprovechamiento estimada con la autorizada, se encuentra que ésta última es de seis a 41 veces superior a la primera (Figura 2.8).

Cuadro 2.4. Tasa de aprovechamiento estimada en cinco UMA de Sierra Fría en 1998, y tasa de cosecha autorizada para la temporada 1999-2000 (Kobelkowsky 2000, *datos oficiales de SEMARNAT).

UMA No.	Superficie (km ²)	Densidad (venados / km ²)	Relación hembras /macho	Porcentaje de Crías y juveniles	Adultos (%)	Venados adultos totales	Venados machos totales	Venados a aprovechar (20%)	Tasa estimada (venados / km ²)	Tasa otorgada (venados* / km ²)
538	15.01	1.00	1.67	72.00	28.00	4.76	1.78	0.36	0.02	0.27
540	1.82	3.00	1.00	82.35	17.65	1.06	0.53	0.11	0.06	0.55
731	3.34	5.00	1.00	81.25	18.75	3.19	1.59	0.32	0.10	0.60
539	1.54	2.19	1.00	88.89	11.11	0.33	0.17	0.03	0.02	0.65
733	4.82	1.20	1.33	83.33	16.67	1.00	0.43	0.09	0.02	0.83

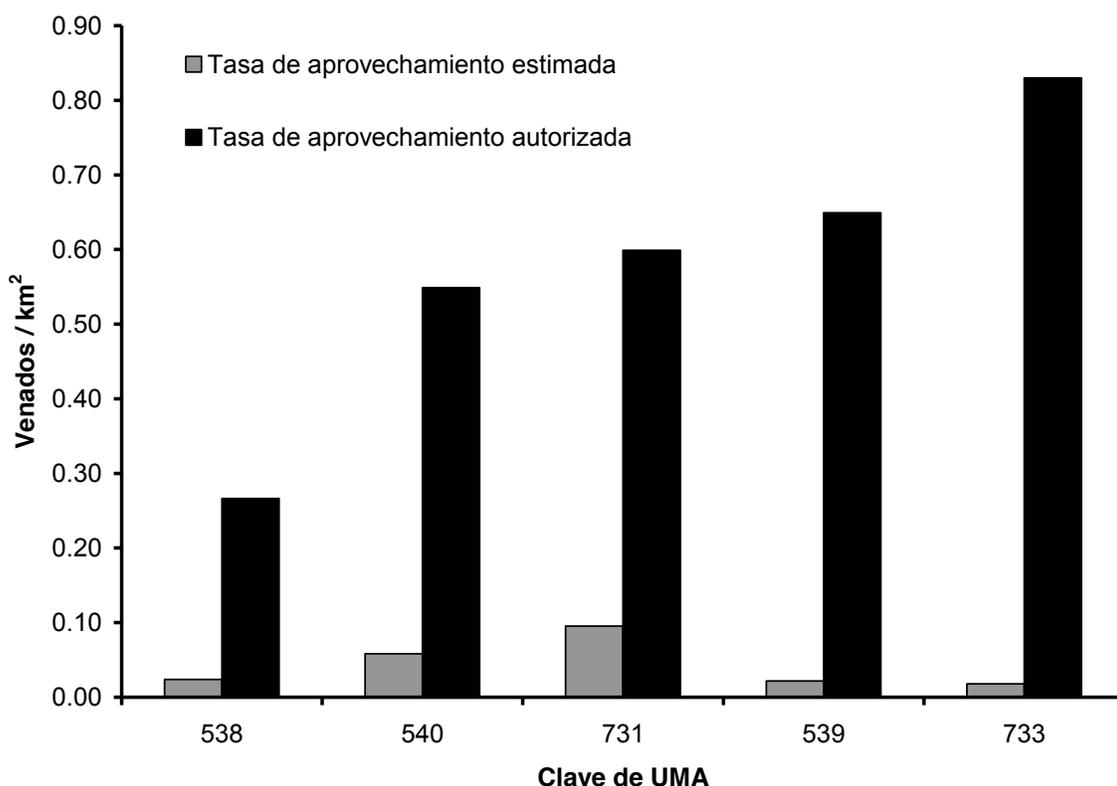


Figura 2.8. Tasa de aprovechamiento estimada en 1998 (Kobelkowsky 2000) y autorizada en Sierra Fría, Ags. 1999.

Reconstrucción de la población a partir de tasas de aprovechamiento autorizadas

De acuerdo con la revisión realizada sobre la información disponible, al parecer existe la posibilidad de un aprovechamiento excesivo del venado cola blanca en Aguascalientes, a menos que su población se haya incrementado lo suficiente para que el aprovechamiento actual no ponga en peligro su estabilidad. Para evaluar la sostenibilidad de la tasa del aprovechamiento actual, sería necesario disponer de los estudios poblacionales realizados por los usuarios, o al menos sus resultados; desafortunadamente no existe información publicada disponible.

A pesar de este antecedente es posible reconstruir una población teórica a partir de la información sobre el número de ejemplares autorizados. Asimismo, con base en el comportamiento histórico de la estructura poblacional es posible suponer que la relación hembras:macho tiende a estabilizarse (1.2:1), mientras que la supervivencia de

los individuos jóvenes se ha incrementado de tal manera que cabría esperar al menos una relación de 0.78 juveniles por cada adulto. A partir de lo anterior y, con base en la información proporcionada por la SEMARNAT sobre la cantidad de venados autorizados desde 1999, es factible reconstruir el tamaño teórico que debiera tener la población de venados para sustentar una tasa de cosecha como las que se han autorizado desde ese año. Una vez más, se consideró el criterio establecido por Villarreal (1998) para una tasa de cosecha del 20% de machos adultos, así como las superficies sobre las cuales dichas tasas fueron otorgadas a través del tiempo. Para ello, se tomó el total de venados autorizados cada año (SEMARNAT, 2005). El resultado se presenta en el Cuadro 2.5. Si las densidades teóricas así obtenidas para los años 1999-2004 se incluyen en la información empleada para generar la gráfica de la Figura 2.7, el resultado se muestra en la Figura 2.9. Lo anterior sugiere una tendencia a la sobreestimación.

Cuadro 2.5. Reconstrucción teórica de la población del venado de Coues en la Sierra Fría, Aguascalientes, a partir de tasas de aprovechamiento autorizada y con base en la tendencia poblacional entre 1975 y 1998.

Año	km ² abiertos a la caza	Venados autorizados	Tasa de aprovechamiento autorizada (venados / km ²)	Relación hembras : macho	Relación juveniles : adulto	Población estimada teórica				
						Machos adultos	Adultos	Juveniles	Población total	Densidad poblacional (venados / km ²)
1999	26.54	12	0.45	1.20	0.78	60	132	103	235	8.85
2000	34.39	15	0.44	1.20	0.78	75	165	129	294	8.54
2001	50.89	23	0.45	1.20	0.78	115	253	197	450	8.85
2002	55.32	25	0.45	1.20	0.78	125	275	214	490	8.85
2003	66.87	31	0.46	1.20	0.78	155	341	266	607	9.08
2004	38.17	19	0.50	1.20	0.78	95	209	163	372	9.75

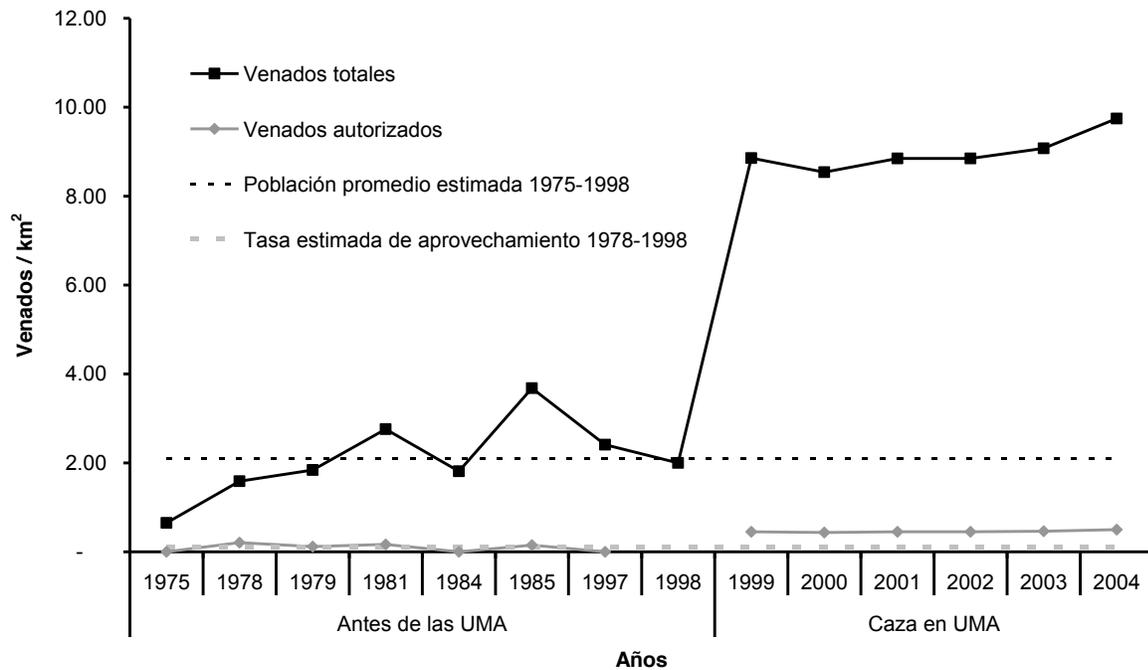


Figura 2.9. Comparación entre la población histórica de venados en Sierra Fría y la población teórica estimada a partir de tasas de aprovechamiento reales.

Discusión

Existe un consenso general entre varios autores sobre la abundancia del venado cola blanca que es posible encontrar en un bosque templado en condiciones de hábitat consideradas óptimas. Por ejemplo, Ockenfels *et al.* (1991), encontró que en Arizona las densidades consideradas altas para el venado de Coues, van de tres a seis venados por km². Por su parte, Gould *et al.* (1999) estimaron que la mayor capacidad de sostenimiento en un hábitat óptimo en la región centro-occidental de la provincia de Alberta, es de cuatro venados por km² y, además, consideraron que en esa región en particular, una población genéticamente viable de 500 individuos requeriría un hábitat óptimo de 12,500 ha. Valenzuela (1994), en un estudio poblacional en el Bosque de la Primavera, encontró una densidad de 4.8 venados por km².

En contraste, Villarreal (1999) consigna densidades del venado cola blanca texano en el matorral tamaulipeco, de ocho a 17 venados por km², mientras que Mandujano y Gallina (1995) documentaron una densidad de venados de 28.1±3.8 individuos por km², en un hábitat de bosque tropical caducifolio en Chamela, Jalisco, lo que sugiere una

mayor capacidad de sostenimiento en relación a los bosques templados. Aún cuando Villalobos (1998) afirma haber encontrado sitios en los cuales se determinaron densidades de venado del orden de 11 individuos por km^2 , hace énfasis en que tales densidades fueron determinadas en muestreos nocturnos con ayuda de luz artificial y durante la época de la “corrida” (diciembre a enero), cuando es posible encontrar grupos numerosos de venado con una frecuencia mayor que en otras épocas del año. Este mismo autor hace mención que encontró grandes diferencias en las tres temporadas del año en que realizó el muestreo (primavera, verano, y otoño-invierno). Kobelkowsky (2000) por su parte, encontró una gran variabilidad en cuanto a la densidad de venados por km^2 (de uno a cinco) entre las cinco UMA que consideró en su estudio, el cual realizó mediante técnicas de recuento directo y cuyos datos analizó con un programa de cálculo electrónico (Distance 4.0 ®). Hace notar que en algunos de los predios sus estimaciones no fueron confiables, dado el bajo número de observaciones registradas.

La reconstrucción teórica de la población de venados a partir del número de ejemplares autorizados, contiene supuestos que en la naturaleza no es posible encontrar, como lo son una relación de sexos y clases de edad constantes. Pero el ejemplo ilustra lo que cabría encontrar, en el caso de que las tendencias en la estructura poblacional se hayan mantenido, y suponiendo que el excedente de hembras haya sido oportunamente removido por la depredación natural; aún así, la realidad debe ser muy distinta.

Debe tenerse en cuenta, que al tratarse de una población sometida desde 1999 al aprovechamiento anual de machos, la proporción de hembras por macho debería incrementarse, situación que en un momento dado explicaría un número creciente de individuos jóvenes en relación a los adultos en la población. Pero ante este supuesto, el número de machos adultos disponibles para la caza tendería a disminuir, afectando la tasa de cosecha durante los años siguientes. Este escenario, aparentemente se contradice con la realidad documentada.

Si además se considera la estimación de Clemente (1984, citado por Kobelkowsky 2000) sobre la capacidad de sostenimiento de la Sierra Fría en 24 venados por km^2 , ello sugeriría que el crecimiento poblacional como en apariencia ha sucedido, estaría

sustentado por una considerable disponibilidad de alimento. Se ha mencionado ya que este mismo autor consideró una equivalencia de 1/7 venado a una unidad animal, en sitios donde el hábitat estuviera libre de pastoreo por ganado bovino durante cinco años, situación que está lejos de la realidad, pues en Sierra Fría, aún existen explotaciones ganaderas extensivas, la mayoría con sobrepastoreo. Ante este escenario, el criterio mas razonable propuesto por Villarreal (1999), sería homologar la carga animal en venados con la recomendada para bovinos por COTECOCA (3.56 unidades animal por km² aproximadamente), lo que entonces significaría que la población en venados en Sierra Fría que debiera existir (aproximadamente 10 venados por km²), para justificar la tasa de aprovechamiento actual, estaría peligrosamente por encima de la capacidad de sostenimiento del hábitat.

Desde la publicación del “*Programa de Vida Silvestre y Diversificación Productiva*” (SEMARNAP 1997) y hasta nuestros días, el aprovechamiento “racional y sostenible” de la fauna silvestre con fines cinegéticos se basa en la realización de estudios cuyo propósito es la estimación de una abundancia y estructura poblacional de la especie de interés en un tiempo y espacio dados, y con base en lo cual se determina una tasa de cosecha, que no debe ser superior a la tasa de renovación natural de la población aprovechada. Pero a mas de 10 años de esta forma de aprovechar fauna, la realidad es que la autoridad responsable de la gestión de la vida silvestre del país no cuenta aún con un marco de referencia que le permita ponderar y juzgar sí el aprovechamiento que se le solicita es congruente con la viabilidad de las poblaciones aprovechadas y la capacidad de sostenimiento de sus hábitats. El resultado en términos prácticos, se traduce en un número cada vez mayor de ejemplares autorizados sobre una cierta superficie por ecoregión o unidad biogeográfica determinada, número que a su vez surgió de estimaciones posiblemente exageradas, en las que cada UMA, busca justificar un aprovechamiento cada vez mas intenso, aún cuando se trate de ampliaciones de superficies de terreno objeto de gestión y, por lo tanto, a la caza. En otras palabras, es posible que el mismo ejemplar se este autorizando en más de una UMA, ubicada en un bloque de unidades las que a su vez comparten un entorno común. El resultado sería una sobreexplotación, que es lo que la evidencia analizada sugiere, cuyo resultado puede ser la sobrecarga del hábitat.

Conclusiones

La tasa de aprovechamiento autorizada por la SEMARNAT en las UMA de Sierra Fría, esta por encima de lo que cabría esperar en razón del comportamiento histórico de las poblaciones de venado cola blanca en esta área natural.

Desde finales de los 90, no se han realizado nuevos estudios que documenten el estado de las poblaciones de venado cola blanca, así como del impacto que en ellas ha tenido la intensidad del aprovechamiento. Por lo tanto, no existe evidencia documentada ni validada que permita inferir que el incremento en las tasas de cosecha se corresponda con un incremento en las poblaciones de venado.

Los aprovechamientos continuados de venados machos adultos en Sierra Fría, por necesidad deben incidir en la proporción de sexos, lo que a su vez incrementa la probabilidad de sobrecarga del hábitat.

El continuar con este ritmo e intensidad en el aprovechamiento extractivo de la especie de manera indefinida, sin más respaldo que los estudios poblacionales realizados por los interesados en dicho aprovechamiento, conduce a un pronóstico reservado sobre la estabilidad y el futuro de las poblaciones de venado en Sierra Fría.

Si no se adopta una nueva alternativa para la supervisión y control del aprovechamiento en las UMA, es posible que el abuso actual se repita en otras áreas, e incremente las probabilidades de desaparición del venado cola blanca en Aguascalientes.

Literatura citada

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.

Gobierno del Estado de Aguascalientes. 2005. *Plan de desarrollo del estado de Aguascalientes 2004-2010*. Gobierno del Estado de Aguascalientes. Secretaría de Plantación y Desarrollo Regional. 231 p. Archivo digital pdf. En: <http://www.aguascalientes.gob.mx/gobierno/PDE2004-2010.pdf>

Gould Dan, K Smith, B Beck, J Beck, R Bonar, M Tood, and R Quinlan. 1999. White-tailed deer winter habitat. habitat suitability index model version 5. Last modified: 21 october 1999. 7p. In: http://www.www.fmf.ca/HS/HS_report13.pdf

-
-
- Kobelkowsky, R. S. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87 p.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- Medina, F. A. 1986. Programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el estado de Aguascalientes. pp: 62–69. En: Roa R. M. A. (ed.) *Curso de actualización de la división de estudios de postgrado de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UNAM*. UNAM-FMVZ.
- Medina-Flores, J. y S. Medina-Torres 1989. Avances en materia de protección dentro del programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en Aguascalientes. pp: 135-146. En: Roa-Riol, M. A., Villarreal, G. J. G., y Dietrich, P. U. (eds.). *III Simposio sobre Venados en México*. UANL y UNAM, N.L., México.
- Ockenfels, R. A., E. Brooks, and C. H. Lewis. 1991. General ecology of Couess white-tailed deer in the Santa Rita Mountains. Arizona Game and Fish Department. Technical Report No. 6. Arizona Game and Fish Department. Phoenix, Arizona. 73 p.
- Romo, D. M. 1987. Dinámica de la población del venado cola blanca (*O. virginianus*) en la Sierra de San Blas de Pabellón en el Estado de Aguascalientes, México. *Tesis Profesional*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 108 p.
- SEMARNAP. 1997. *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural: 1997 – 2000*. México, 207 p.
- Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque La Primavera, Jalisco, México. pp: 247-262, in Vaughan, Ch. y M. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.

-
-
- Villalobos, S. V. 1998. El venado cola blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes. En: Gobierno del Estado de Aguascalientes. Oficina de coordinación de asesores. Cuadernos de trabajo agricultura y recursos naturales. No. 89. Gobierno del estado de Aguascalientes, México. 73 p.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.

CAPITULO III. CARACTERIZACION DEL HABITAT Y DENSIDAD DE GRUPOS FECALES DEL VENADO EN LA SIERRA DEL LAUREL

Resumen

Durante la época seca de 2006 se caracterizó el hábitat y se determinó la densidad de grupos fecales del venado cola blanca *Odocoileus virginianus couesi*, en la Sierra del Laurel, municipio de Calvillo, Aguascalientes. Para evaluar las variables físicas y vegetales del hábitat se utilizó una variación a la técnica de muestreo de los inventarios forestales de la *Comisión Nacional Forestal* (CONAFOR), mientras que para determinar la densidad de grupos fecales de venado, se utilizó el procedimiento de recuento de excretas en parcelas. Las variables que contribuyeron a explicar el 57% de la variabilidad total en el hábitat, fueron la cobertura del dosel de arbustos, la densidad de árboles, el porcentaje de sombreado de copa, la altitud, el porcentaje de suelo desnudo, la densidad de *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg. y *Bursera roseana* Rzed., el predominio, diversidad y riqueza florísticas. La densidad promedio entre los tres tipos de vegetación evaluados fue de 0.28 ± 0.06 grupos fecales por parcela (300.66 ± 66.33 grupos por hectárea). La densidad de grupos fecales presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tipos de vegetación, siendo mayor en el matorral subtropical, con 0.52 ± 0.13 grupos fecales por parcela (554.39 ± 142.01 grupos por hectárea). Se encontraron diferencias significativas entre los tres tipos de vegetación caracterizados, con base en la mayoría de las variables biótico-físicas analizadas. La densidad de grupos fecales de venado se asoció positivamente, con un estrato arbustivo bien desarrollado, con altas densidades de *Eysenhardtia polystachya* e *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult y *Bursera roseana*, y con la riqueza y diversidad florística. La evidencia sugiere que el matorral subtropical es el hábitat que mejor satisface los requerimientos del venado cola blanca en la Sierra del Laurel.

Palabras clave: Densidad de grupos fecales, matorral subtropical, venado cola blanca, *Odocoileus virginianus couesi*, Aguascalientes, México.

Abstract

Habitat characterization and pellet-group density of Coues white tailed deer *Odocoileus virginianus couesi* was undertaken at the dry season of 2006 on three plant communities in Sierra del Laurel, state of Aguascalientes, Mexico. A variation of the methodology for forest inventory used by *National Forest Commission* (CONAFOR) was utilized for habitat characterization, and pellet-count technique was used for estimate pellet-group density of deer. Significant differences between plant communities by the majority of the physical and vegetative attributes evaluated were documented. Canopy cover of Scrub, Tree density, canopy closure, altitude, density of *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg., and *Bursera roseana* Rzed., floristic dominance, diversity and richness explain the 57% of the total variation on the habitat. Mean density for the plant communities was 0.28 ± 0.06 pellet-group per plot (300.66 ± 66.33 pellet-group / ha). Density of pellet-group varied significantly between plant communities ($p < 0.05$). Subtropical Scrubland has a density of 0.52 ± 0.13 pellet-group per plot (554.39 ± 142.01 pellet-group / ha). Pellet-group density was positively associated with plant species richness and plant diversity, a well develop Scrub stratum and high density of *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult and *Bursera roseana*. This study advances that subtropical Scrub is the best habitat for the Coues deer and satisfies its requirements in the Sierra del Laurel.

Key words: Pellet-group density, Subtropical Scrub, White tailed deer, *Odocoileus virginianus couesi*, Aguascalientes, Mexico.

Introducción

Existe una gran diversidad de condiciones ambientales que caracterizan las áreas de distribución del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y en el caso del venado de Coues, el hábitat comprende desde entornos semiáridos hasta bosques de encino-pino, incluyendo comunidades vegetales transicionales como vegetación subtropical (Galindo-Leal y Weber 1998). Por ello, la caracterización y descripción del hábitat donde se desarrolla una población de venados cuyo aprovechamiento se pretende realizar, constituye un requisito obligado para explicar las variaciones en la abundancia de las poblaciones de venados que lo utilizan.

Las técnicas indirectas para estimar poblaciones de venado, permiten detectar variaciones en su comportamiento, a partir de la densidad de sus indicios en un espacio y tiempo determinados y, en particular, el recuento de excretas de venado ha sido de gran utilidad para realizar inferencias sobre la densidad de venados en relación a los atributos de su hábitat, e incluso para comparar entre distintas poblaciones de venado en el país, sobre la base común de la densidad de sus excretas (Ezcurra y Gallina 1981, Galindo-Leal *et al.* 1993, Valenzuela 1994, Mandujano y Gallina 1995, Galindo-Leal y Weber 1998, López-Téllez *et al.* 2007). Por ello, el conocimiento sobre el comportamiento de la población de venados en respuesta a los atributos de su hábitat a través del tiempo en una misma región, deben ser considerados como objetivo fundamental en el desarrollo de cualquier plan de gestión regional del venado cola blanca.

Para generar conocimiento que la autoridad ambiental pueda utilizar en el fomento, conservación y aprovechamiento sustentable del venado cola blanca de Sierra del Laurel, se hizo una descripción espacio-temporal del hábitat en los bosques templados y matorrales subtropicales de la región, durante la época seca de 2006. Los objetivos específicos fueron: a) estimar la densidad de grupos fecales del venado cola blanca en los tres tipos de vegetación del área de estudio; b) describir el hábitat dentro de cada tipo de vegetación con base en sus atributos, y c) determinar si las diferencias biofísicas entre los tipos de vegetación se relacionan con la densidad de grupos fecales del venado cola blanca.

Materiales y métodos

Área de Estudio

La Sierra del Laurel se localiza al sur-occidente del estado de Aguascalientes, dentro del municipio de Calvillo, entre los 21° 42' y 21° 51' de latitud Norte, y entre los 102° 47' y 102° 35' de longitud Oeste, y tiene una superficie de 14,609.87 ha (Figura 3.1).

El área de estudio se localiza en la subprovincia fisiográfica "Sierras y Valles Zacatecanos". Tiene una topografía accidentada, con altitudes que varían de 1,700 a 2,760 m. Geológicamente data de la era cenozoica, del período terciario, y esta

compuesta por rocas ígneas extrusivas. Los suelos dominantes en las partes altas corresponden al tipo litosol, caracterizados por tener una profundidad menor a los 10 cm, limitado por rocas y tepetate, mientras que en las partes bajas predominan los feozem háplico, que se caracterizan por presentar una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes, de fertilidad moderada (INEGI 2005).

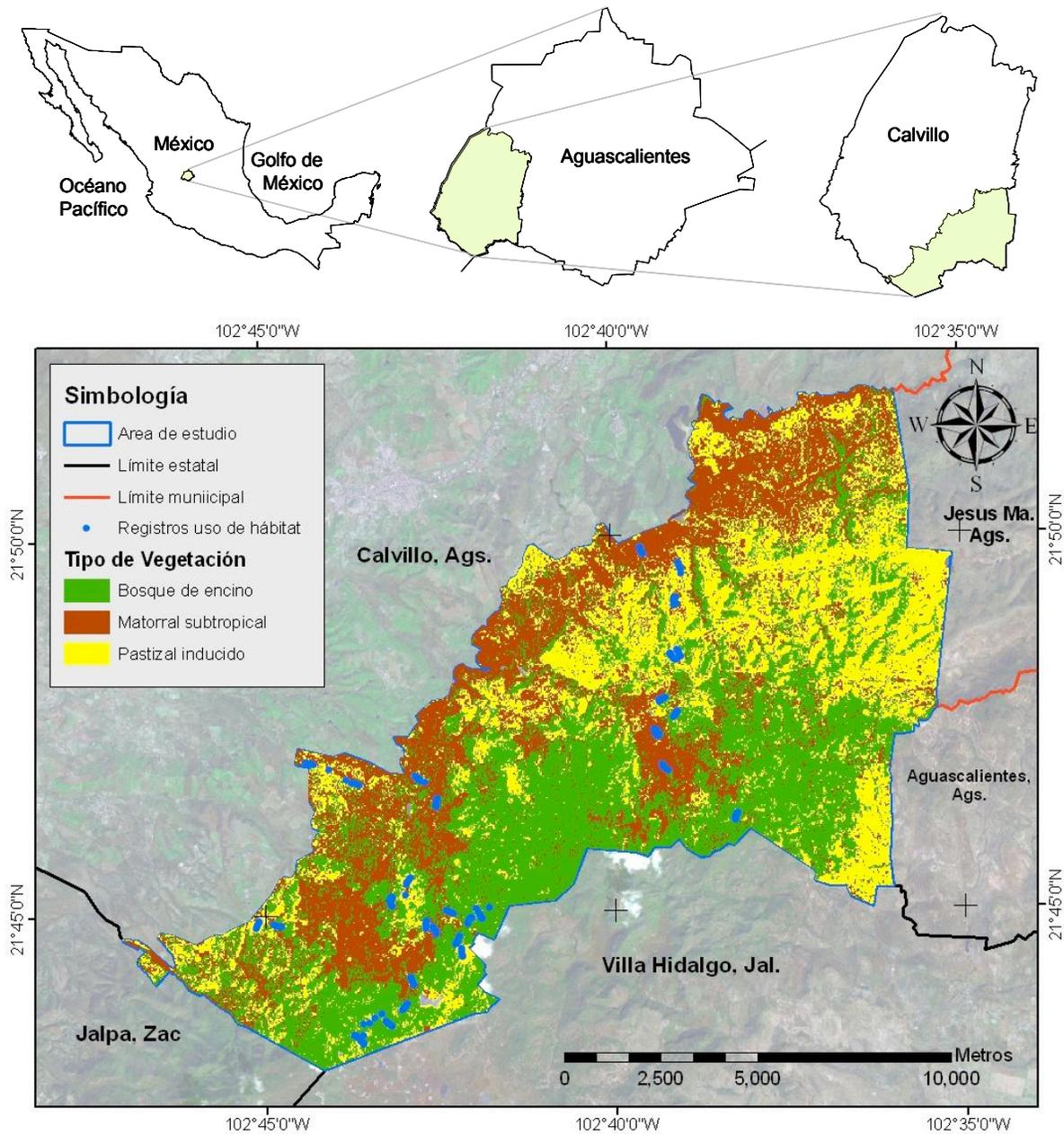


Figura 3.1. Ubicación del área de estudio.

La Sierra del Laurel constituye uno de los principales parte aguas que drenan hacia el valle de Huajucar, con origen en las partes altas de la sierra propiamente dicha, y que drenan hacia el sistema de los Ríos Gil-Malpasso-Calvillo, que forman parte de la sub-cuenca del Río Juchipila, perteneciente a la región hidrológica 12 (Medina-Torres 2006).

En la Sierra del Laurel existen tres tipos de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (García-CONABIO 1988); el templado sub-húmedo con lluvias en verano C (w) en las partes altas de la sierra; semicálido semiseco (BS₁h) en las partes bajas del valle de Huajucar y el cálido semi-seco (BS₁k) en la zona oriental, hacia el valle de Aguascalientes (INEGI 2005). La precipitación promedio anual es de 550 mm, de acuerdo al promedio histórico documentado entre 1949 y 1998 (Medina-Torres 2006).

La vegetación del área de estudio se puede describir en tres grandes grupos: bosque de encino, matorral subtropical y pastizal inducido.

El bosque de encino (*Quercus* spp) se caracteriza por la presencia de árboles de seis a ocho y hasta 30 m de altura. Puede ser abierto o muy denso (Huber y Ritna 2003) y con algunas áreas mezcladas con pino y estratos arbustivos de densidad variable de *Arctostaphylos* spp. y *Arbutus* spp, con diversos grados de disturbio. Entre el estrato arbóreo, destacan los encinos, representados por 12 especies de *Quercus* (familia *Fagaceae*), al menos dos especies de *Pinus* (Familia *Pinaceae*) (Siqueiros 1996), y el género *Arbutus* (Familia *Ericaceae*), en diversos grados de asociación, junto con algunos manchones de chaparral de *Arctostaphylos* spp, en lo que corresponde al bosque de encino y asociaciones (De la Cerda 1996; Medina-Torres 2006). Se localiza entre los 2,000 y 2,740 m de altitud y en algunos sitios se advierte perturbación por aprovechamientos forestales e incendios, que han transformado la vegetación original en manchones densos de *Mimosa monancistra* Benth. y *M. aculeaticarpa* Ort.

El matorral subtropical lo integran comunidades vegetales, principalmente leguminosas, que constituyen la flora dominante. Están formadas por arbustos o árboles bajos, inermes o espinosos, con grupos heterogéneos de asociaciones vegetales dominadas por especies indicadoras de disturbio, o francamente propias de asociaciones secundarias y se localiza entre los 1,500 y 2,000 m de altitud (Rzedowski

y McVaugh 1966). La mayor parte de las especies que lo constituyen pierden su follaje durante un período prolongado del año. Se ha documentado una relación de 60 especies repartidas entre 31 géneros y tres subfamilias, entre las que destacan por su abundancia y cobertura algunas especies del género *Mimosa*. Las especies de árboles que caracterizan el estrato arbóreo de las áreas de matorral subtropical, son *Bursera roseana* Rzed. (familia *Burseraceae*), *Ipomoea murucoides* Roem. et Schult. (familia *Convolvulaceae*), *Alnus acuminata* Kunth (familia *Betulaceae*) y *Ceiba aesculifolia* (H.B.K.) Britt. & Baker (familia *Bombaceae*), entre otras (Medina-Torres 2006). Los principales componentes del estrato arbustivo son: *Ipomoea murucoides*, *Bursera roseana*, *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg., *Acacia pennatula*, (Schlecht. & Cham.) Benth., *Forestiera* spp, *Erythrina* spp., y *Opuntia* spp, entre otras (Huber y Ritna 2003, Flores-Olvera y Lindig-Cisneros 2005, Medina-Torres 2006). En las zonas ribereñas destacan *Fraxinus papilosa* Lingelshman (familia *Oleaceae*), *Salix bonplandiana* HBK (familia *Salicaceae*), *Baccharis glutinosa* Pres. (familia *Compositae*) y *Litsea glaucescens* HBK. (familia *Lauraceae*), esta última en peligro de extinción (García-Regalado 2001, Medina-Torres 2006). Esta comunidad vegetal ha sido afectada por el desmonte para el establecimiento de huertas de guayaba, cítricos, agave azul y maíz, expansión urbana y el aprovechamiento de especies vegetales nativas (Siqueiros-Delgado *et al.* 2006).

El pastizal inducido corresponde a las comunidades de gramíneas y herbáceas que surgen cuando es eliminada la vegetación natural, como consecuencia de tala, desmontes o incendios (Huber y Ritna 2003). El sobrepastoreo en estas áreas ha ocasionado un predominio de arbustivas que corresponden a etapas seriales iniciales, entre las cuales destacan *Jatropha dioica* Cerv. *Dodonaea viscosa* (L.) Jacq, *Mimosa* spp y *Acacia* spp y, en menor proporción, de algunas especies de la comunidad vegetal original (bosques de encino, matorral, etc.). En esta comunidad existen 103 especies repartidas entre 45 géneros (De la Cerda 1996b).

Determinación del Área de Muestreo

El área de muestreo se determinó mediante la cartografía digital que generó el Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE) y mapas

topográficos, escala 1:50,000. Previo al estudio, se visitaron 56 sitios con el propósito de identificar y caracterizar los tipos de vegetación y compararlos con la cartografía disponible. Cada sitio fue georeferenciado con un navegador Mobil-Maper Proo[®], con un error de ubicación menor de 3 m. Con los puntos obtenidos se generó un archivo de capas vectoriales en el programa Arc-View 3.2 de ESRI[®], que después fue utilizado en un procedimiento de clasificación supervisada de una imagen satelital, LANDSAT 7 ETM 1999 path / row 29/45 del 15 de agosto de 1999, previamente corregida por sus efectos atmosféricos y topográficos, con el clasificador duro de Fisher del programa Idrisi Kilimanjaro[®]. Los sitios resultantes fueron reclasificados en los tres tipos de vegetación descritos con anterioridad (Figura 3.1).

Caracterización de Hábitat

Mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG), los puntos de cada transecto fueron caracterizados por su pendiente (%), azimuth (grados referenciados a partir del Norte y estimados sobre la cara montañosa de mayor pendiente; donde los sitios fueron planos, Idrisi asigna un valor azimutal de -1), altitud y distancia al agua (m), a partir de imágenes raster obtenidas de un modelo digital de elevación generado de una capa vectorial de curvas de nivel de INEGI escala 1:50,000, con el programa Idrisi Kilimanjaro[®].

Para caracterizar el hábitat mediante sus atributos florístico-estructurales, se realizaron mediciones en un mínimo de tres puntos sobre 24 de los 30 transectos originales. El recuento de árboles y arbustos por especie se realizó con un distanciómetro Hagglof DME[®], dentro de un radio de 11.28 m (400 m² de área) a partir de cada punto, de acuerdo con una variante a la técnica empleada en el inventario nacional forestal (SEMARNAT-CONAFOR 2004). La vegetación se clasificó como arbustiva si sus tallos fueron leñosos y ramificados, y su altura fue inferior a tres m (Durán-García 1995), o como arbórea si su altura fue igual o mayor a tres m, y su diámetro normal fue superior a los 7.5 cm (SEMARNAT-CONAFOR 2004). Para estimar el área basal por especie se utilizó la técnica de recuento angular de Bitterlich (Dieguez-Aranda *et al.* 2003), con un dendrómetro Cruz-All[®] con un factor de área basal (FAB) equivalente a 2.30 m²/ha (Lámina 3.1).



Lámina 3.1. Estimación del área basal del sitio con un dendrómetro Cruz-All ®

El dosel de los arbustos por especie se estimó por medio de una variación del recuento angular de Bitterlich, utilizando un dendrómetro de madera con un FAB de 50 m²/ha (Hays *et al.* 1981). La altura promedio del arbolado (altura máxima + mínima / 2) se estimó con un altímetro Haga ® y la de los arbustos se midió con una cinta métrica graduada en cm. El porcentaje de sombreado se obtuvo con un esferodensiómetro cóncavo de Forestry® a 60 cm sobre el suelo en el punto de muestreo, para lo cual se registró una lectura por cada punto cardinal, con lo que se obtuvo el valor promedio por cada punto (Lámina 3.2).



Lámina 3.2. Esferodensiómetro Forestry ® para estimación del porcentaje de sombreado.

Ya que los lugareños asocian la existencia de ciertas especies de árboles y arbustos con la presencia del venado, se consideró de utilidad obtener la densidad de *Quercus eduardii* Trel. *Ipomoea murucoides*, *Bursera roseana* y *Eysenhardtia polystachya*. El sotobosque fue evaluado en términos de la altura media del estrato herbáceo, el cual fue medido con una cinta métrica graduada en cm y la cobertura rasante se determinó mediante una variación a la técnica de aproximación visual con base en la metodología de Paz y Palacios (2002), considerando cuatro categorías (vegetación, mantillo, suelo desnudo y roca). Con los datos obtenidos, se estimaron la riqueza de especies (S), el número de plantas (N), el índice de diversidad (H') y de equidad (E) de Shannon, y el índice de predominio de Simpson (λ), mediante el programa Bio-Dap ®. Se determinaron los valores de importancia relativa por categoría arbórea y arbustiva, de acuerdo con el procedimiento descrito por Franco *et al.* (1989).

Estimación de la Densidad de Grupos Fecales de Venados

Para estimar la densidad de grupos fecales de venado cola blanca por parcela y por hectárea, se utilizó la técnica indirecta de recuento de excretas en parcelas establecidas a lo largo de transectos de 200 m de longitud asignados al azar en forma proporcional a la superficie por cada tipo de vegetación. Sobre cada transecto se ubicaron de manera sistemática seis puntos cada 40 m, con el primer punto sobre el inicio del transecto. Cada punto fue previamente georeferenciado con un error de ubicación de tres m empleando un geoposicionador Mobile Mapper-Pro® y representó el centro de una parcela circular de 9.3 m², ya que Smith (1968) estableció que este tamaño representa el equilibrio óptimo entre la varianza de muestreo (la cual disminuye) y el sesgo de muestreo (el cual se incrementa) en relación con el incremento del tamaño de la parcela (Lámina 3.3).



Lámina 3.3. Establecimiento de las parcelas de muestreo para el recuento de grupos fecales.

Se inició con un muestreo previo en febrero de 2006 sobre 10 transectos, para determinar el tamaño de muestra definitivo, considerando un nivel de confianza del 95% y una precisión del 20% de la media de grupos fecales por parcela, empleando el

método de distribución de Neyman (Cochran 1980). De lo anterior se derivó un tamaño de muestra de 180 parcelas distribuidas en 30 transectos, para una precisión de 20.25% de la media de grupos fecales por parcela, lo que fue considerado adecuado.

Ya que el recuento de grupos fecales sería utilizado posteriormente para realizar una estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca, la ubicación de las parcelas de muestreo dio inicio en febrero de 2006, aproximadamente 120 días después de la caída de las hojas en la vegetación caducifolia, situación que permitió en forma razonable considerar ese mismo período como tiempo de depósito para los grupos fecales de venado, los cuales serían fácilmente encontrados sobre el mantillo acumulado desde el otoño anterior. Esto permitió cumplir con uno de los supuestos básicos del método establecidos por Eberhardt y Van Etten (1956), en el que se afirma que sólo serán contados los grupos fecales depositados desde la caída de las hojas. Se consideró como un grupo fecal de venado, todo hallazgo de al menos cinco excretas con características semejantes (Gallina 1990), dispersas entre sí no más de 60 cm. Una vez ubicada cada parcela, se verificó la existencia de grupos fecales de venado en un radio de 1.72 m a partir de su centro, y después de su recuento, fueron retirados cuidadosamente para dejar limpias las parcelas y ser visitadas cuatro meses después (Lámina 3.4)



Lámina 3.4. Recuento de grupos fecales de venado en las parcelas de muestreo

De este modo, se obtuvieron registros para dos períodos de muestreo: febrero-abril de 2006 (grupos fecales encontrados al establecimiento de las parcelas), y mayo-julio (grupos fecales encontrados en la segunda visita). Seis parcelas en dos transectos durante la segunda visita se consideraron perdidas, dado que las estacas que marcaban su emplazamiento ya no fueron encontradas debido a que el ganado bovino presente en el área las sacó de su sitio, por lo que fueron removidas del análisis estadístico.

Análisis Estadístico

Para determinar si la densidad de grupos fecales de venado por parcela y por hectárea, varió entre los tipos de vegetación, período de muestreo o la interacción de ambos, se utilizó un análisis de varianza de dos vías, donde los transectos de cada tipo de vegetación se consideraron como repeticiones (López-Téllez *et al.* 2007). Se utilizó una prueba de Tukey para hacer comparaciones entre los tipos de vegetación. Para identificar las variables que mejor contribuyeron a explicar la variabilidad total en los

transectos evaluados, e interpretar su posible relación con la densidad de venados por tipo de vegetación, se utilizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). Debido a que las variables fueron medidas en unidades distintas, se utilizó la matriz de correlaciones (Johnson 2000). Para probar si los tipos de vegetación fueron diferentes en cuanto a sus atributos biofísicos, se realizó un análisis de varianza multivariado (MANOVA), utilizando la prueba de Wilks, la que permitió determinar si las diferencias observadas fueron reales y no falsos positivos. Para identificar las diferencias entre los tipos de vegetación, se realizaron análisis de varianza univariados para cada variable por separado. Una comparación de medias por una prueba de Tukey, permitió conocer si existieron diferencias importantes entre los tipos de vegetación en función de las variables que caracterizaron al hábitat (Johnson 2000). Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS® (2007).

Resultados

Los sitios de bosque de encino se caracterizaron por presentar valores de importancia promedio de 259.0 para árboles del género *Quercus* y 8.0 para árboles de *Ipomoea-Eysenhardtia-Bursera*. El matorral subtropical en contraste, presentó valores de importancia promedio de seis y 203.0 para los mismos géneros, respectivamente. En cambio, el pastizal inducido, aun cuando mostró menor densidad de árboles por hectárea, tuvo valores de importancia promedio de 219.0 y 81.0 para *Quercus* e *Ipomoea-Eysenhardtia-Bursera* respectivamente, siendo similar al bosque de encino, lo que sugiere que la mayor parte de los pastizales inducidos fueron antes bosques. Otras especies estuvieron presentes en los tipos de vegetación evaluados; *Arctostaphylos pungens* HBK, *Arbutus* spp y *Pinus lumholtzii* Rob. et Fern. estuvieron presentes en el bosque de encino, mientras que los géneros *Acacia* y *Opuntia*, se encontraron en el matorral subtropical.

El análisis de varianza de doble vía demostró que no hubo efecto significativo del período de muestreo ($F = 1.59$, $g\ l = 1$, $p < 0.213$), ni de la interacción período-tipo de vegetación ($F = 0.30$, $g\ l = 2$, $p < 0.743$), sobre la densidad de grupos fecales por parcela y por hectárea. Sin embargo, ésta si varió en forma significativa ($F = 4.52$, $g\ l = 2$, $p < 0.015$) en función del tipo de vegetación.

La densidad media de grupos fecales de venado por parcela y, por hectárea, para el área de estudio, fue de 0.28 ± 0.06 y 300.66 ± 66.32 respectivamente. El tipo de vegetación con mayor densidad de grupos fecales fue el matorral subtropical, con 0.52 ± 0.13 grupos fecales por parcela (554.39 ± 142.01 grupos por ha), seguido del bosque de encino, con 0.21 ± 0.09 grupos fecales por parcela (226.69 ± 92.33 grupos por ha). El pastizal inducido, tuvo las mas bajas densidades de grupos fecales, con 0.07 ± 0.03 por parcela (75.59 ± 35.49 grupos por ha), y fue diferente del matorral subtropical ($p < 0.05$), pero no del bosque de encino ($p > 0.05$). Estos dos últimos, tampoco fueron diferentes entre si ($p > 0.05$) (Anexo B).

En el análisis de componentes principales (ACP), las tres primeras componentes explicaron el 65.97% de la variación total. La primer componente (CP 1) estuvo representada por la cobertura arbustiva, la densidad de árboles por hectárea, el porcentaje de sombreado y la altitud; la segunda componente (CP 2) por la diversidad (H'), el predominio de Simpson (λ), y la riqueza florística, la densidad de arbustos de *Bursera roseana* y *Eysenhardtia polystachya* por hectárea; y la tercer componente (CP 3) por el porcentaje del suelo cubierto por piedras y roca, la pendiente, el azimuth, el área basal y el porcentaje de suelo cubierto con mantillo (Cuadro 3.1). La prueba de Wilks en el MANOVA fue altamente significativa ($F=6.66$, $p<0.01$), lo que confirmó que las diferencias entre los tipos de vegetación evaluados no se deben al azar ni constituyen falsos positivos. La prueba de Tukey sobre cada variable, demostró que existen diferencias significativas entre los tres tipos de vegetación con base en la mayoría de las variables ($g I = 21$, $\alpha = 0.05$, $p<0.05$), excepto en la altura media de arbustos y del sotobosque, rocosidad-pedregosidad, pendiente, azimuth y distancia al agua ($p>0.05$) (Cuadro 3.2, Anexo B). El análisis de componentes principales permitió, además, encontrar algunas relaciones entre la densidad de grupos fecales y los atributos biofísicos del hábitat. Los transectos se distribuyeron en tres grandes grupos. Los que pertenecen al bosque de encino se relacionaron positivamente con la densidad de árboles, el porcentaje de sombreado y la altitud, mientras que presentaron una asociación negativa con la cobertura arbustiva, y la densidad de arbustos de *Ipomoea murucoides*. Estos transectos se ubicaron entre los otros dos tipos de vegetación en cuanto a la diversidad y riqueza de especies, la densidad de arbustos de *Bursera*

roseana y *Eysenhardtia polystachya*, y dominancia florística, condición que sugiere una asociación con las densidades moderadas de grupos fecales en el área de estudio. Los transectos del matorral subtropical presentaron una asociación positiva con la diversidad y riqueza de especies en el hábitat y se relaciona negativamente con las variables arbóreas y la altitud, y por lo tanto, muestra una asociación más estrecha con las variables que caracterizaron el estrato arbustivo (altos valores negativos en la componente 1 relacionados en importancia por la presencia de *Ipomoea*, *Bursera* y *Eysenhardtia*), condición particular de los sitios que presentaron la densidad de grupos fecales de venados alta. Finalmente, los transectos del pastizal inducido, comparten semejanzas con el matorral subtropical en cuanto a las variables que caracterizaron la primera componente principal, pero en contraste, presentaron una asociación negativa con la diversidad y riqueza de especies, por lo que estos sitios se caracterizan más por altos valores de predominio en especies florísticas. Estos sitios tuvieron la densidad grupos fecales de venados más baja, entre los tres tipos de vegetación (Figura 3.2).

Cuadro 3.1. Análisis de Componentes Principales sobre las variables biofísicas del hábitat de la Sierra del Laurel.

COMPONENTE	CP 1	CP 2	CP 3
Varianza explicada	36.40	20.48	9.09
Varianza acumulada	36.40	56.88	65.97
VARIABLE			
Diversidad			
Riqueza de especies (S)	-0.16	0.34	-0.01
Número de plantas (N)	-0.22	-0.07	0.09
Diversidad de Shannon (H')	-0.06	0.39	-0.01
Equidad de Shannon (E)	0.13	0.28	0.07
Predominio de Simpson (λ)	0.00	-0.37	-0.03
Estrato arbóreo			
Árboles por hectárea	0.25	0.04	0.20
Tocones en pie por hectárea	0.19	-0.02	0.01
<i>Ipomoea murucoides</i> por hectárea	-0.21	0.05	0.18
<i>Quercus eduardii</i> por hectárea	0.21	0.01	-0.05
Área basal (m ² / ha)	0.23	0.01	0.26
Sombreado (%)	0.25	0.08	0.04
Altura promedio de árboles (m)	0.22	0.19	-0.04
Riqueza florística de árboles	0.13	0.28	0.10
Estrato arbustivo			
Arbustos por hectárea	-0.24	-0.08	0.06
<i>Ipomoea murucoides</i> por hectárea	-0.23	0.08	0.17
<i>Bursera roseana</i> por hectárea	-0.18	0.28	0.01
<i>Eysenhardtia polystachya</i> por hectárea	-0.12	0.26	0.00
Dosel de arbustos (m ² / ha)	-0.27	0.01	-0.02
Altura promedio de arbustos (m)	0.19	0.05	0.05
Riqueza florística de arbustos	-0.20	0.28	-0.04
Sotobosque			
Altura media de sotobosque (cm)	0.12	0.24	-0.20
Suelo cubierto por mantillo (%)	0.21	0.11	0.25
Suelo desnudo (%)	-0.16	-0.22	0.11
Suelo cubierto por vegetación (%)	-0.21	0.04	0.15
Suelo cubierto por roca y piedra suelta (%)	-0.01	-0.06	-0.52
Medio físico			
Pendiente (%)	0.15	0.07	-0.46
Azimuth (grados)	-0.03	0.06	-0.29
Altitud (m)	0.25	-0.08	0.23
Distancia al agua (m)	-0.10	0.10	0.19

En negritas autovalores de las variables originales con mayor peso en los componentes principales

Cuadro 3.2. Diferencias entre los tipos de vegetación en la Sierra del Laurel en función de sus atributos biofísicos.

Variable	Bosque de encino (13)			Matorral subtropical (7)			Pastizal inducido (4)			p > F
	m	es		m	es		m	es		
Diversidad										
Riqueza de especies (S)	3.88	0.32	b	7.02	0.87	a	4.17	0.44	b	0.0001
Número de plantas (N)	51.77	11.57	b	106.50	15.39	a	124.81	15.55	a	0.0004
Diversidad de Shannon (H')	0.94	0.08	b	1.37	0.12	a	0.64	0.13	b	0.0011
Equidad de Shannon (E)	0.73	0.02	a	0.73	0.03	a	0.46	0.08	b	0.0001
Predominio de Simpson (λ)	0.46	0.03	b	0.33	0.03	b	0.67	0.07	a	0.0004
Estrato arbóreo										
Árboles por hectárea	569.07	63.06	a	229.17	48.27	b	69.38	11.55	b	0.0001
Tocones por hectárea	18.59	4.61	a	1.79	1.15	b	4.69	4.69	ab	0.0265
<i>Ipomoea murucoides</i> por hectárea	1.92	1.92	b	62.20	25.26	a	20.83	20.83	ab	0.0134
<i>Quercus eduardii</i> por hectárea	148.33	37.20	a	0.00	0.00	b	4.17	4.17	ab	0.0075
Área basal (m ² / ha)	19.43	2.31	a	7.80	1.99	b	3.41	1.30	b	0.0005
Sombreado (%)	80.12	5.40	a	35.30	9.56	b	25.63	15.23	b	0.0002
Altura promedio de árboles (m)	8.40	0.75	a	5.04	0.71	b	3.17	1.15	b	0.0015
Riqueza florística de árboles	2.65	0.31	a	2.30	0.36	ab	1.00	0.33	b	0.0359
Estrato arbustivo										
Arbustos por hectárea	848.21	285.08	b	2485.12	388.67	a	3076.88	381.26	a	0.0006
<i>Ipomoea murucoides</i> por hectárea	0.00	0.00	b	154.46	51.04	a	62.50	62.50	ab	0.0039
<i>Bursera roseana</i> por hectárea	1.92	1.92	b	61.73	17.74	a	4.17	4.17	b	0.0002
<i>Eysenhardtia polystachya</i> por hectárea	0.00	0.00	b	366.67	141.66	a	0.00	0.00	b	0.0022
Cobertura de copa de arbustos (m ² / ha)	635.64	75.31	b	1446.19	136.22	a	1640.31	94.59	a	0.0001
Altura promedio de arbustos (m)	2.48	0.26	a	1.99	0.22	a	1.41	0.10	a	0.0629
Riqueza florística de arbustos	2.78	0.35	b	6.73	0.88	a	3.85	0.54	b	0.0002
Sotobosque										
Altura media de sotobosque (cm)	51.11	7.05	a	48.45	13.24	a	13.93	1.30	a	0.0681
Suelo cubierto por mantillo (%)	58.51	6.07	a	31.25	8.62	b	20.42	3.87	b	0.0045
Suelo desnudo (%)	6.31	2.75	b	11.85	3.36	ab	21.69	3.21	a	0.0258
Suelo cubierto por vegetación (%)	17.92	1.78	b	42.74	7.78	a	32.00	9.88	ab	0.0041
Suelo cubierto por roca y piedra suelta (%)	17.25	5.15	a	14.17	6.73	a	25.90	14.32	a	0.6483
Medio físico										
Pendiente (%)	31.53	3.41	a	23.45	3.73	a	24.16	3.77	a	0.2466
Azimuth (grados)	224.55	27.02	a	206.95	43.59	a	256.99	45.75	a	0.7397
Altitud (m)	2339.24	37.06	a	2055.08	43.96	b	2115.84	58.07	b	0.0002
Distancia al agua (m)	263.22	44.46	a	470.60	99.47	a	298.47	70.50	a	0.0916

Literales distintas indican diferencias significativas al 0.05 entre los tipos de vegetación. *m* = media, *es* = error estándar.

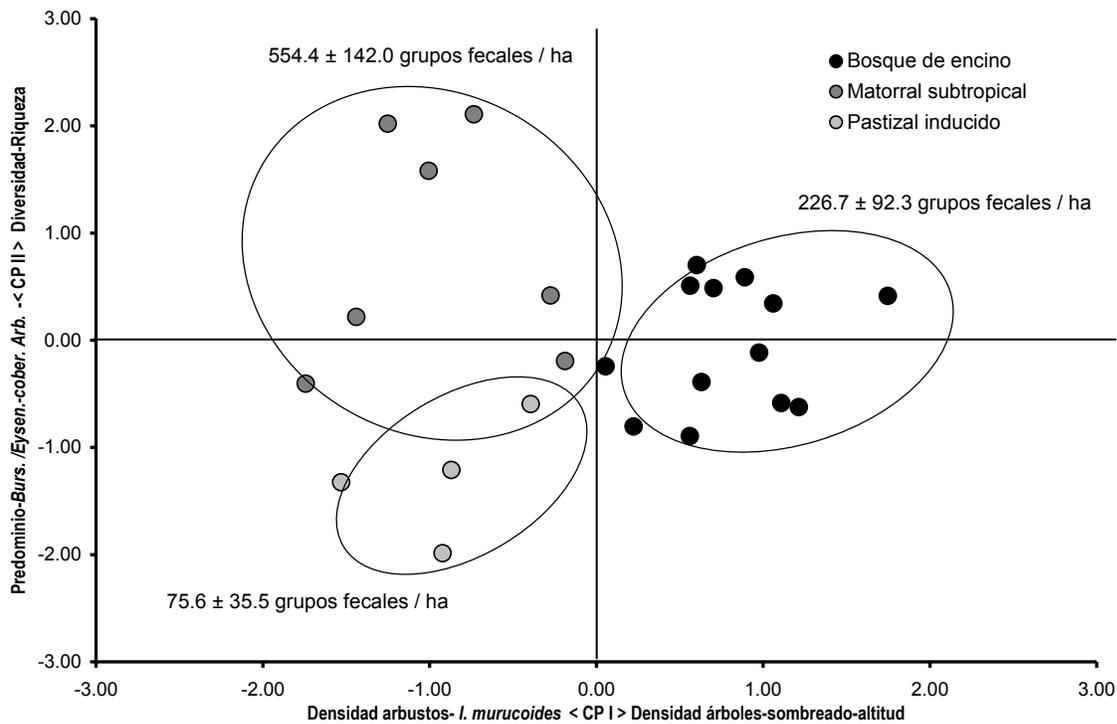


Figura 3.2. Agrupamiento de los transectos dado por las dos primeras componentes principales.

Los resultados del programa SAS de los análisis de este capítulo, se muestran en el Anexo B.

3.1 DISCUSIÓN

En términos generales, los tipos de vegetación de Sierra del Laurel presentaron diferencias en función de sus atributos físicos y vegetales. No obstante, comparten algunas características comunes, como una topografía accidentada, un régimen climático extremo con sequías recurrentes y una intensa presión de las actividades humanas en constante incremento, entre las que destacan sobrepastoreo, desmonte y erradicación de algunas especies vegetales como supuesto beneficio a la ganadería, y las actividades de ecoturismo ya mencionadas, que al ser inadecuadamente reguladas e indiscriminadamente fomentadas por programas de apoyo gubernamental, se perfilan

como una nueva amenaza a la biodiversidad. Los resultados del Análisis de Componentes Principales sugieren que puede existir una relación entre la riqueza, diversidad y densidad de especies caducifolias, y una mayor concentración del venado cola blanca, situación particular del matorral subtropical y otros entornos similares, lo que coincide con Zavala (1992 citado por Ortiz-Martínez *et al.* 2005), Castillo (1998 citado por López-Téllez *et al.* 2007), Mandujano y Gallina (1993 y 1995), y López-Téllez *et al.* (2007).

El matorral subtropical se caracterizó por presentar la mayor riqueza de especies vegetales, la diversidad mas alta, y la mayor densidad de arbustos de *Bursera roseana* y *Eysenhardtia polystachya* por hectárea, atributos que distinguen las comunidades vegetales con predominio de arbustivas y que pueden ser etapas seriales iniciales que siguen a la deforestación o disturbio de los bosques templados y selvas bajas caducifolias. En contraste, el bosque de encino se caracterizó por un predominio del estrato arbóreo, con mayor densidad de árboles por hectárea, mayor área basal, altura promedio y cobertura de dosel expresado en porcentaje de sombreado, con un estrato arbustivo poco desarrollado y que por lo tanto ofrece menos alimento y refugio al venado. El pastizal inducido, por otra parte, se caracterizó por presentar el mayor índice de predominio de Simpson, lo que contrasta con la menor diversidad y equidad de especies vegetales, indudablemente debido a un disturbio extremo. No obstante, es semejante a los otros entornos en cuanto a la densidad de *Quercus* spp, e *Ipomoea murucoides*. Resulta de interés encontrar que en los transectos evaluados del pastizal inducido, éste es más afín al bosque de encino que al matorral subtropical en cuanto a los valores de importancia del género *Quercus*, aunque también se sugieren afinidades con entornos de vegetación caducifolia, con una menor riqueza y diversidad vegetales. Las evidencias sugieren que los pastizales inducidos de Sierra del Laurel, pueden ser resultado de la fragmentación de los otros tipos de vegetación. Siqueiros-Delgado *et al.* (2006) consideran que el matorral subtropical de Sierra del Laurel corresponde más bien a sitios degradados, con crecimientos de vegetación secundaria arbustiva y que en las partes más cercanas a las barrancas aun subsisten comunidades vegetales particulares de las selvas bajas caducifolias que alguna vez fueron abundantes en la región. No obstante, las evidencias encontradas en esta investigación sugieren que el

matorral subtropical es el hábitat que mejor satisface los requerimientos de alimento, agua de origen vegetal (Villarreal Espino-Barros y Marín-Fuentes 2005) y refugio del venado cola blanca. Estudios recientes mediante técnicas de regresión logística han demostrado que los atributos mas distintivos del matorral subtropical, como la densidad de *Ipomoea murucoides* y *Eysenhardtia polystachya*, son los factores que mejor explican la probabilidad del uso del hábitat por el venado cola blanca en la región (Medina *et al.* en prensa).

En cuanto a la abundancia relativa de venado, una forma adecuada de establecer comparaciones entre distintas regiones geográficas, es mediante el número de grupos fecales de venado por unidad de superficie, pero son pocos los trabajos (Mandujano y Gallina 1993 y 1995, Kobelkowsky 2000, Ortiz-Martínez *et al.* 2005, López-Téllez *et al.* 2007), en los que dicha información esta disponible. El tiempo de depósito puede afectar la cantidad de grupos fecales encontrados en las parcelas. La densidad de excretas por hectárea en el matorral subtropical, es superior a las estimaciones realizadas en tipos de vegetación semejantes en Jalisco y Puebla (Cuadro 3.3). Sin embargo, esta aparente superioridad puede deberse a que en este trabajo se utilizó un tiempo de depósito de 120 días, en contraste con los períodos utilizados en los otros estudios, lo que incrementó la oportunidad de que se depositaran mas excretas.

En el caso del bosque templado, se encontró una menor densidad de grupos fecales en comparación con lo encontrado en la Michilía, Durango, en los trabajos de Ezcurra y Gallina (1981) y Galindo-Leal y Weber (1998), aunque en este último trabajo se sugiere que al paso del tiempo la abundancia relativa de venados ha disminuido en esa reserva. La densidad de grupos fecales documentada por Kobelkowsky (2000) en Sierra Fría, es completamente contrastante a lo estimado por los demás autores, considerando grupos fecales frescos.

López-Téllez *et al.* (2007) han considerado que las variaciones que encontraron en su trabajo sobre la densidad de grupos fecales, pueden ser debidas a diferencias en las características del hábitat y en la historia del aprovechamiento del venado en cada localidad. Este argumento puede ser válido para Sierra del Laurel, en donde el venado cola blanca ha encontrado por una parte, el beneficio de la cercanía de los huertos de

guayaba que le proporcionan agua, alimento y cobijo, particularmente durante la época de pariciones (Observación personal).

Cuadro 3.3. Densidad de grupos fecales de venado por hectárea encontrados en este estudio y otras investigaciones.

Comunidad Vegetal	Región y Estado	Excretas por hectárea	Días de depósito	Tasa ** Exc. / ha / día	Fuente
Bosque Tropical seco	Chamela, Jalisco	311.83	50-90	4.45	Mandujano y Gallina 1995
Bosque Tropical	Mixteca Poblana	129.03	30-60	2.86	López-Téllez <i>et al.</i> 2007
Matorral Subtropical	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	526.5±131.4	120	4.38	Este trabajo
	Michilía, Durango (1976 – 1979)	316.6±151.3	90-120	3.29	Ezcurra y Gallina 1981
Bosque templado	Michilía, Durango (1987)	200	120	1.66	Galindo-Leal y Weber 1998
	Sierra Fría, Aguascalientes.	29.79	1*	29.79	Kobelkowsky 2000
	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	182.7±75.4	120	1.52	Este trabajo
Pastizal Inducido	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	98.41±43.5	120	0.82	Este trabajo

* Solo se colectaron excretas frescas.

** Esta columna fue calculada con base en el tiempo medio del intervalo mencionado y el total de excretas por superficie, para propósitos comparativos entre resultados de los autores citados.

No obstante, actividades como el sobrepastoreo, la tala clandestina, la caza furtiva y más recientemente, los desarrollos ecoturísticos, pueden estar ejerciendo presión sobre la población local del venado, que tiende a concentrarse en las comunidades vegetales más densas, en busca de refugio y vías de escape. El contraste en este

estudio se presenta en los pastizales inducidos, que son comunidades vegetales abiertas y sometidas a grandes disturbios, lo que puede causar que los venados sean menos abundantes en estos sitios y más vulnerables a la depredación y la caza furtiva.

Si se compara la tasa de excretas por ha por día obtenida en Sierra del Laurel con las consignadas por otros autores en otras partes del país, los resultados sugieren que el venado cola blanca es casi tan abundante en Sierra del Laurel como en el matorral subtropical de Chamela, Jal., o como existía en La Michilía, Dgo., en los años 70, ya que a la fecha, tiene una tasa más baja en el bosque templado. Esto puede deberse a que en Aguascalientes existe un programa de vigilancia de fauna silvestre desde mediados de los 70 (Villalobos 1998), lo que de alguna manera puede influir en que la incidencia de caza furtiva sea menor que en otros estados como Jalisco, Durango y Puebla. No obstante, la cacería furtiva es una realidad presente en Sierra del Laurel, que merece la atención de las autoridades ambientales encargadas de su combate y prevención.

Conclusiones

Se encontraron diferencias importantes entre los tres tipos de vegetación estudiados, en función de sus atributos biofísicos. Las características más distintivas y particulares del matorral subtropical corresponden a un estrato arbustivo bien desarrollado, alta riqueza florística, y la mayor diversidad de especies vegetales a nivel regional, lo que sin duda es aprovechado por el venado para satisfacer sus requerimientos de alimento, agua de origen vegetal, cobertura térmica y de protección.

La evidencia sugiere que la mayor abundancia de venado cola blanca en Sierra del Laurel, se encuentra en el matorral subtropical. Esta abundancia se relaciona con las características biofísicas de esta comunidad vegetal.

Así mismo, la abundancia relativa de venado referida a densidad de grupos fecales por unidad de superficie, sugiere que Sierra del Laurel puede tener densidades de población más altas que otros sitios similares en el país, lo que puede ser debido a la vigilancia que se ha realizado casi 30 años.

Es posible que la densidad relativa de venados sea mayor que en Sierra Fría, lo que permite anticipar un potencial de aprovechamiento mayor. No obstante, serán

necesarios otros estudios comparativos utilizando la misma metodología de esta investigación, para realizar comparaciones más confiables.

Literatura citada

- Cochran, W. G. 1980. *Técnicas de muestreo*. 2a.Ed. Editorial CECSA. México, D.F. 513 p.
- De la Cerda, L. M. 1996a. *Encinos de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 88 p.
- De la Cerda, L. M. 1996b. *Las gramíneas de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 212 p.
- Dieguez-Aranda, U., M. y Barrio, F. Castedo. 2003. *Dendrometría*. Editorial Mundiprensa. Madrid. 327 p.
- Durán-García, R. 1995. Diversidad florística de los petenes en Campeche. *Acta Bot. Mex.* 31:73-84.
- Eberhardt, L. and R. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20:70-74.
- Ezcurra, E. and S. Gallina, 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. pp: 77-106. In: Ffolliott P. F. and S. Gallina (eds.) *Deer biology, habitat requirements, and management in western North America*. Instituto de Ecología, México, D.F.
- Franco, L.J. G. De la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S, Sánchez, L. Abarca, y C. Bedia, 1989. *Manual de ecología*. Editorial Trillas, 2° Ed. México, D.F. 95 p.
- Flores-Olvera, M. H. & R. Lindig-Cisneros. 2005. La Lista de nombres vulgares y botánicos de árboles y arbustos propicios para repoblar los bosques de la República de Fernando Altamirano y José Ramírez a más de 110 años de su publicación. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:11-35.
- Gallina, T. S. A. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Michilía, Dgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. *Tesis de Doctorado*. 86 p.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.

-
-
- García, E. – Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), 1998. *Climas (Clasificación de Koppen, modificado por García)*. Escala 1:1 000 000. México, D.F.
- García-Regalado, G. 2001. *Plantas medicinales de San José de Gracia*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 106 p.
- Hays, R. L., C. Summers and W. Seitz. 1981. *Estimating wildlife habitat variables*. biological services program. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D. C. 113 p.
- Huber O. y R. Ritna. 2003. *Glosario fitoecológico de las Américas*. Vol. 2. México, América Central e islas del Caribe: países hispanoparlantes. Ediciones UNESCO-Coro Lab Humboldt. UNESCO, París, Francia. pp: 474.
- INEGI. 2005. *Anuario estadístico de Aguascalientes*, edición 2005. En: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee05/estatal/ags/index.htm>.
- Johnson, D. E. 2000. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. Internacional Thomson Editores, S.A. de C.V. México, D.F. 566 p.
- Kobelkowsky, R. S. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87 p.
- López-Téllez, M. C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):1-16.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1993. Densidad del Venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 56:1-37.
- Mandujano, S y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- Medina-Torres, S. M. 2006. *Delimitación y diagnostico preliminar de la unidad de manejo forestal regional "Asociación Sierra del Laurel, A.C."*. Informe final para CONAFOR como parte del finiquito del apoyo PROFAS. Calvillo Aguascalientes, México. 60 p.

-
-
- Ortiz-Martínez T., S. Gallina, M. Briones-Salas y G. González. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 21(3):65-78.
- Paz, P. F. y Palacios, S. L. A. 2002. *Modelo de indicadores para ecosistemas de tierras secas en América Latina*. Manual de Campo (v1.0). Montecillo, Edo. de México. 44 p.
- Rzedowsky, J. y R. McVaugh. 1966. *La vegetación de Nueva Galicia*. Contr. Univ. Mich. Herb. 9:1-123.
- SAS. 2007. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, North Carolina 27513, USA. En: <http://www.colpos.mx/servicios/sas/windowsxp.htm>.
- SEMARNAT - CONAFOR. 2004. *Inventario nacional forestal y de suelos 2004 – 2009*. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Archivo PDF. En: <http://www.conafor.gob.mx/portal/home.php>
- Siqueiros 1996. 1999. Coníferas de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 67 p.
- Siqueiros-Delgado M., G. García-Regalado, M. De la Cerda-Lemus. 2006. *Selva baja caducifolia o matorral subtropical en el estado de Aguascalientes, México*. Memoria. Contribuciones presentadas en la modalidad de cartel. Congreso Mexicano de Ecología 2006. p 127.
- Smith, R. H. 1968. A comparison of several sizes of circular plots for estimating deer pellet-group density. *J. Wildl. Manage.* 32(3):585-591.
- Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque La Primavera, Jalisco, México. pp: 247-262, in Vaughan, Ch. y M. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Villalobos, S. V. 1998. *El Venado Cola Blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes*. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 89. Gob. del Edo. Aguascalientes, México. 73 p.
- Villarreal Espino-Barros, O. A. y M. M. Marín-Fuentes. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia* 54:191-196.
-
-

CAPITULO IV. ESTUDIO POBLACIONAL DEL VENADO COLA BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL

Resumen

Se estimó la densidad poblacional del venado cola blanca en la Sierra del Laurel, municipio de Calvillo, Aguascalientes, a partir del recuento de sus grupos fecales, mediante la técnica de Eberhardt y Van Etten; la estructura de edades con base en la distribución trimodal de la volumetría de excretas y la proporción de sexos mediante el registro de algunas observaciones directas de individuos que fue posible registrar durante los muestreos. Se encontró que la densidad poblacional en el área de estudio fue de 10.0 ± 2.2 venados por km^2 , y varió significativamente en función del tipo de vegetación. El matorral subtropical presentó la densidad de venados mas alta (18.5 ± 4.7 venados por km^2), y fue significativamente diferente ($p < 0.05$) del pastizal inducido (2.5 ± 1.2), pero no difirió ($p > 0.05$) de la densidad en el bosque de encino (7.6 ± 3.1). La distribución de edades en Sierra del Laurel fue de 49% de cervatos, 30% de juveniles, y 21 % de adultos. Esta distribución presentó variaciones importantes en función del tipo de vegetación, ya que en el bosque de encino se observó una distribución porcentual similar a la generalidad en cervatos, juveniles y adultos respectivamente (72, 22, 6), mientras que en el matorral subtropical dicha distribución porcentual fue de 42, 25 y 33. En contraste, no se encontraron cervatos en el pastizal, siendo la distribución porcentual de juveniles y adultos de 57 y 43, respectivamente. La relación de sexos fue de un macho por tres hembras. Los resultados de esta investigación sugieren que la capacidad de sostenimiento en hábitat pudiera estar excedida, debido a una caza furtiva persistente sobre machos adultos, sobrepastoreo y desmontes.

Palabras clave: venado de Coues, *Odocoileus virginianus couesi*, densidad poblacional, clases de edad, proporción de sexos, Sierra del Laurel, Aguascalientes.

Abstract

The population density of white-tailed deer was estimated in the Sierra del Laurel, municipality of Calvillo, Aguascalientes, from counting fecal groups using the technique

of Eberhardt and Van Etten. Age structure based on trimodal distribution of the volume of excreta was determined, and the proportion of sexes by recording a few direct observations of individuals during sampling was estimated. It was found that the population density of deer in the study area was 10.0 ± 2.2 deer per km^2 , and varied significantly depending on the type of vegetation. The subtropical shrubland presented the highest density of deer (18.5 ± 4.7 deer per km^2) and was significantly different ($p < 0.05$) of induced grassland (2.5 ± 1.2), but did not differ ($p > 0.05$) of the density in oak woodland (7.6 ± 3.1). The distribution of ages in the Sierra del Laurel was 49% of fawns, 30% of yearlings, and 21% of adults. This distribution presented significant variations depending on the vegetation type, because the oak forest it was observed a percentage breakdown similar to that generality in fawns, youth and adults respectively (72, 22, 6), whereas in the subtropical shrubland percentage distribution was 42, 25 and 33. In contrast, there were no fawns in the induced grassland, where the percentage distribution of juveniles and adults of 57 and 43, respectively. The relationship between the sexes was a male by three females. The results of this investigation suggest that the carrying capacity in habitat may be exceeded because of a persistent poaching on adult males, overgrazing and land clearing.

Keywords: Coues deer, *Odocoileus virginianus couesi*, population density, age classes, sex ratio, Sierra del Laurel, Aguascalientes.

Introducción

El conocimiento del tamaño y estructura de una población de venado cola blanca es fundamental para realizar su aprovechamiento legal y sustentable, y constituye una parte importante de cualquier plan de gestión de la especie (Villarreal 1999). Una estimación confiable y precisa del tamaño poblacional, permite conocer si la capacidad de sostenimiento del hábitat sujeto a gestión se ha excedido, o si la población está muy por debajo de esa capacidad, mientras que la determinación de la estructura de dicha población proporciona información para realizar proyecciones sobre el comportamiento futuro de dicha población y tomar las mejores decisiones acerca de su aprovechamiento.

Las estimaciones más confiables de los dos atributos básicos en una población de venados (densidad y estructura) se obtienen a partir de métodos de observación directa (Villarreal 1999), pero cuando las condiciones del hábitat no permiten su aplicación, las técnicas de observación indirecta basada en el recuento de indicios, constituyen la mejor elección (Galindo Leal y Weber 1998), y dentro de dichas técnicas, una de las más utilizadas en México es la estimación poblacional basada en el recuento de grupos fecales (Ezcurra y Gallina 1981, Galindo-Leal *et al.* 1993, Valenzuela 1994, Mandujano y Gallina 1995, Galindo-Leal y Weber 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005, López-Téllez *et al.* 2007, hoy denominada como técnica de Bennet (Bennet, English y McCain 1940, Eberhardt y Van Etten 1956, Van Etten y Bennett 1965, Neff 1968, y Smith 1968) y que es reconocida por su confiabilidad (Pérez-Mejía *et al.* 2004). Sin embargo, y dado que la estimación poblacional por esta técnica depende de la cantidad promedio estimada de grupos fecales que un venado deposita en un día (tasa de defecación), es recomendable tomar con cautela los resultados obtenidos cuando se pretenda utilizarlos para estimar una tasa de aprovechamiento, pues se ha documentado que conforme dicha tasa disminuye (bajo un período constante de depósito de excretas), la densidad poblacional estimada de venados se incrementa (Villarreal 1999), con el evidente riesgo de sobreestimación (Pérez-Mejía *et al.* 2004), razón por la que se recomienda utilizar una tasa de defecación conservadora (25 grupos fecales por venado por día), en lugar de la tasa actualmente reconocida de 12.7 propuesta por Eberhardt y Van Etten (1956).

Por otra parte, debe considerarse que este método solamente permite determinar los estadios de desarrollo de la población (cervatos, juveniles y adultos), no así la proporción de sexos (Ezcurra y Gallina 1981, Villarreal 1999, Sánchez-Rojas *et al.* 2004), y a menos que se disponga de alguna técnica de campo confiable para determinar la presencia de esteroides sexuales en excretas de venado cola blanca (Mercado-Reyes *et al.* 2001, Martínez-Romero 2004, Valdespino *et al.* 2007), debe recurrirse a la observación directa de ejemplares para estimar la proporción de sexos. Una alternativa razonable sería la observación estacionaria de individuos al acecho (en cuerpos de agua, pasaderos o estaciones de suplementación alimenticia) (Medina

1986, Villalobos 1998, Villarreal 1999), e incluso mediante el uso de cámaras activadas por sensores infrarrojos (IMAE, Dir. de Recursos Bióticos, comunicación personal).

El conocimiento de la capacidad de sostenimiento del hábitat es otro factor de interés en cualquier programa de gestión del venado cola blanca, en los que la importancia de las estimaciones de biomasa y los estudios de composición botánica de la dieta por técnicas microhistológicas han sido ampliamente documentados (Gallina 1990, Kobelkowsky 2000). Desafortunadamente, tales métodos no siempre pueden estar disponibles, como lo fue en el caso de esta investigación, por lo que es necesario recurrir a información previamente publicada, sobre la productividad de materia seca en el área de estudio. Una alternativa razonable, es la utilización de los coeficientes de agostadero establecidos por la *Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero* (COTECOCA), considerando además los criterios propuestos por Davis y Wishuhn (1982, citados por Villarreal 1999) y las equivalencias de UA / venado cola blanca disponibles en la literatura (UACJ 2008).

Con el propósito de conocer indirectamente el tamaño y la estructura de la población del venado cola blanca, y determinar los atributos del hábitat que influyen sobre su abundancia en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, se realizó una estimación poblacional de la especie, a partir del recuento de grupos fecales y su clasificación por tamaños, durante la época seca de 2006. Con esta información se pretende contribuir a futuros programas de gestión, fomento y aprovechamiento regional del venado.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio ha sido descrita en el capítulo III de esta tesis.

Evaluación del hábitat

Sobre cada parcela de muestreo previamente georeferenciada, se midieron la pendiente (%), el azimut (grados), la altitud (m) y la distancia al agua (m), mediante mapas raster obtenidos con el programa Idrisi®, a partir de archivos vectoriales de las curvas de nivel escala 1:50,000 del INEGI. Las mediciones de los atributos florístico-

estructurales de la vegetación por tipo de hábitat se realizaron sobre 101 de las 174 parcelas de muestreo utilizadas para el recuento de excretas, conforme al procedimiento descrito en el capítulo III de esta tesis.

Estimación de la densidad poblacional

Para estimar la densidad poblacional, se utilizaron los datos del recuento de excretas descrito en el capítulo III de esta tesis. La densidad poblacional se estimó mediante el modelo descrito por Eberhardt y Van Etten (1956), de acuerdo con la fórmula 1.1 de la revisión de literatura de esta tesis. Dado que los grupos fecales tienen una distribución espacial agregada, se utilizaron las formulas 1.3 y 1.3 para el cálculo del error estándar y la constancia de agregación k para un modelo de una distribución binomial negativa. El tiempo de depósito estimado para el recuento de febrero-marzo de 2006 fue de 120 días. Los recuentos realizados durante mayo-julio se ajustaron a este mismo tiempo de depósito. Para obtener una estimación de la densidad poblacional conservadora y evitar en lo posible sobreestimaciones, se utilizó la tasa de defecación de 25 grupos fecales de venado por día, propuesta por López-Téllez *et al.* (2007). Con la finalidad de realizar comparaciones con otros trabajos similares realizados en México (Ezcurra y Gallina 1981, Zavala 1992 citado por Ortiz-Martínez *et al.* 2005, Galindo-Leal *et al.* 1993, Valenzuela 1994, Mandujano y Gallina 1995, Castillo 1998 citado por López-Téllez *et al.* 2007, Galindo-Leal y Weber 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005), se consideraron otras tasas de defecación (12.7 y 22.0).

Determinación de la estructura poblacional

Para determinar los estadíos de desarrollo en población de venado cola blanca por cada tipo de vegetación, se utilizó la distribución de frecuencias del volumen de excretas (Ezcurra y Gallina 1981), para lo que se midió el volumen de una muestra aleatoria de 10 bolitas, tomadas de 37 grupos fecales seleccionados al azar, conforme al procedimiento descrito por Sánchez-Rojas *et al.* (2004), mediante la Ecuación 4.1.

$$V = \pi \left(\frac{W}{2} \right)^2 L(1000) \quad (4.1)$$

donde: V = Volumen mm³, W = ancho mayor en cm., L = longitud en cm.

La proporción de sexos, se determinó con base en las observaciones directas de venados durante los muestreos.

Estimación de la capacidad de sostenimiento

Dado que en este trabajo no fue posible estimar la producción de biomasa ni conocer la composición botánica de la dieta del venado, se utilizaron las estimaciones realizadas por la COTECOCA en el área de estudio, bajo una condición de agostadero buena. Para estimar la capacidad de sostenimiento de los sitios de agostadero para venado se partió de tres supuestos:

- 1) Se consideró aceptable la relación de bovinos: venados de 1:1, de acuerdo con Villarreal (1999), motivo por el que no se utilizó la paridad de 0.14 venados por UA. La razón es la presencia de ganado bovino en el área y el frecuente sobrepastoreo, lo que hace poco confiable el uso de la equivalencia real, ya que se conduciría a una relación superior en el número de animales *versus* una subestimación de la capacidad productiva forrajera del sitio de apacentamiento.
- 2) Se consideró que para el período de estudio, todos los individuos en la población tienen una ingesta de forraje equivalente a la de un venado adulto.
- 3) Se asumió que bovinos y venados podrían tener hábitos de consumo semejantes, bajo condiciones de sobrepastoreo por parte de los primeros, a sabiendas que los bovinos prefieren pacer zacates, mientras que los venados son primordialmente ramoneadores.

Análisis estadístico

Debido a que los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de doble vía utilizado en el capítulo III de esta tesis demostraron que el efecto del período de muestreo sobre la densidad de grupos fecales no fue significativo, se utilizó un ANOVA de una vía, para

determinar si hubo diferencias significativas de la densidad de venados en función del tipo de vegetación y los transectos se consideraron como repeticiones (López-Téllez *et al.* 2007). Para hacer comparaciones entre las diferencias encontradas, se utilizó una prueba de Tukey.

La relación entre la densidad poblacional y los atributos físicos del hábitat por tipo de vegetación, fueron evaluados mediante una regresión múltiple por un proceso de selección de variables hacia delante (forward), considerando como variable de respuesta la densidad de venados por km² y como variables predictoras la pendiente (%), el azimut (grados), la altitud (m) y la distancia al agua (m). Las observaciones realizadas durante los dos períodos de muestreo sobre los 30 transectos, se consideraron como observaciones independientes, ya que se demostró previamente que no existieron diferencias significativas de la densidad de grupos fecales entre los períodos de muestreo.

Para evaluar si existe una relación entre la densidad de venados y los atributos florístico-estructurales medidos durante la evaluación de hábitat (capítulo III), se aplicó una regresión múltiple con selección de variables hacia delante (forward), donde la densidad de venados fue la variable de respuesta, mientras que los atributos de la vegetación fueron consideradas variables independientes. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS ®.

Resultados

La densidad poblacional media del venado cola blanca en la Sierra del Laurel, fue de 10.0 ± 2.2 venados por km², y presentó variaciones significativas en función del tipo de vegetación ($F = 4.54$, $g l = 2$, $p = 0.015$). De estos, el que presentó la mayor densidad fue el matorral subtropical, con 18.5 ± 4.7 venados por km², seguido del bosque de encino con 7.6 ± 3.1 venados por km², aunque no se encontraron diferencias significativas entre ambos tipos de vegetación ($p > 0.05$). En contraste, entre el matorral subtropical y el pastizal inducido sí hubo diferencias significativas ($p < 0.05$). En este último tipo de vegetación, se encontró la densidad de venados más baja (2.5 ± 1.2). El pastizal inducido no fue diferente del bosque de encino ($p > 0.05$). Esta misma

tendencia se encontró al utilizar distintas tasas de defecación, aunque la densidad estimada se incrementa considerablemente (Anexo C, Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Densidad del venado cola blanca por km² en la Sierra del Laurel, con distintas tasas de defecación.

Tasa de defecación	Bosque de encino		Matorral subtropical		Pastizal inducido		Promedio regional
12.7	14.9 (6.1)	ab	36.4 (9.3)	A	5.0 (2.3)	b	19.7 (4.3)
22	8.6 (3.5)	ab	21.0 (5.4)	A	2.9 (1.3)	b	11.4 (2.5)
25	7.6 (3.1)	ab	18.5 (4.7)	A	2.5 (1.2)	b	10.0 (2.2)

Error estándar entre paréntesis. Literales distintas indican diferencias significativas al 0.05.

El análisis de regresión múltiple entre la densidad del venado y los atributos físicos del hábitat, sin considerar el tipo de vegetación, no fue significativo ($p > 0.05$). Sin embargo, al agrupar las observaciones por tipo de vegetación, sí se encontraron evidencias de efectos de los atributos físicos sobre la densidad del venado. En el matorral subtropical, el modelo de regresión fue altamente significativo ($F = 8.32$, $g l = 2$, $p = 0.003$, $r^2 = 0.50$), en el cual las variables importantes fueron la distancia al agua y el azimut ($p < 0.05$). En el pastizal inducido también se obtuvo un modelo significativo ($F = 14.73$, $g l = 1$, $p = 0.024$, $r^2 = 0.55$), en donde la pendiente tuvo un efecto significativo sobre la densidad del venado ($p < 0.05$). En contraste, en el bosque de encino no se encontraron efectos significativos de los atributos físicos sobre la densidad del venado ($p > 0.05$).

En el caso de los atributos florístico-estructurales, el análisis de regresión múltiple, sin considerar el tipo de vegetación, generó un modelo altamente significativo ($F = 14.86$, $g l = 2$, $p = 0.001$, $r^2 = 0.60$), en el cual la densidad de árboles de *I. muruoides* por ha y la altura media de arbustos tuvieron un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) sobre la densidad del venado. En contraste, al agrupar las observaciones por tipo de vegetación, se obtuvieron resultados distintos. Así por ejemplo, en el bosque de encino se obtuvo un modelo altamente significativo ($F = 8.43$, $g l = 2$, $p = 0.007$, $r^2 = 0.63$), en el cual la densidad de árboles del género *Quercus* por ha y el porcentaje de roca, tuvieron un efecto explicativo sobre la densidad del venado ($p < 0.05$). En el pastizal

inducido, el modelo generado fue altamente significativo ($F = \infty$, $g l = 2$, $p = 0.000$, $r^2 = 1.0$), en el que la densidad de arbustos de *Bursera roseana* por ha y la riqueza florística de plantas en el estrato arbustivo tuvieron un efecto específico ($p < 0.05$) sobre la densidad del venado. (Anexo C).

La distribución trimodal del volumen de las excretas de venado obtenido mediante un histograma de frecuencias (Figura 4.1) mostró que los umbrales de pertenencia de cada excreta a una de tres estadios de desarrollo serían como sigue:

- a. Cervatos: $< 400.0 \text{ mm}^3$
- b. Juveniles: 400 a 512.5 mm^3
- c. Adultos: $> 512.5 \text{ mm}^3$

La distribución porcentual de los estadios de desarrollo para la población de venados del área de estudio fue de: 49% cervatos, 30% juveniles, y 21% adultos (Figura 4.2). Sin embargo, esta distribución mostró variaciones dentro de cada tipo de vegetación en el área de estudio (Figura 4.3).

Se registraron cinco observaciones directas de venados durante los trabajos de campo. La proporción de sexos fue de tres hembras por macho en individuos adultos, según se desprende del Cuadro 4.2.

En el área de estudio, existen dos sitios de vegetación clasificados por COTECOCA, cuyos coeficientes de agostaderos fueron estimados bajo condiciones normales de precipitación de acuerdo con el promedio histórico de la zona:

- a. Sitio Ace93, clasificado como Selva Baja Caducifolia, con coeficiente de agostadero estimado en 7.05 ha / unidad animal (14.2 unidades animal por km^2).
- b. Sitio Bjf96, clasificado como bosque aciculiesclerófilo, con coeficiente de agostadero estimado en 25.64 ha / unidad animal (3.9 unidades animal por km^2).

Con base en lo anterior, y para contar con una estimación inicial de la carga animal, se considera que el primer sitio (Ace93) corresponde al matorral subtropical, en tanto que el sitio Bjf96 corresponde al bosque de encino.

Para contar con una aproximación que corresponda al pastizal inducido, se utilizó la información de un sitio similar cercano (Cb95, Pastizal Mediano Abierto), localizado al suroeste del área de estudio, cuyo coeficiente de agostadero es de 10.94 ha / unidad animal (9.1 unidades animal por km^2).

Con base en lo anterior, y tomando en cuenta el límite inferior de la estimación poblacional realizada por tipo de vegetación (media - error estándar), se calcula que la población de venados en el bosque de encino sobrepasa la capacidad de sostenimiento (115.4%), mientras que en el matorral subtropical la densidad poblacional de venados está por debajo de la capacidad de sostenimiento correspondiente (97.2%). En el caso del pastizal inducido, la población también estaría por debajo de la capacidad de sostenimiento estimada (14.3%).

Por el contrario, sí se considera el límite superior de las estimaciones poblacionales (media + error estándar), tanto en el bosque de encino como el matorral subtropical habría una sobrecarga del hábitat (274.4 y 163.4%, respectivamente), mientras que solo en el pastizal inducido la población aún estaría por debajo de la capacidad de sostenimiento correspondiente (40.7%).

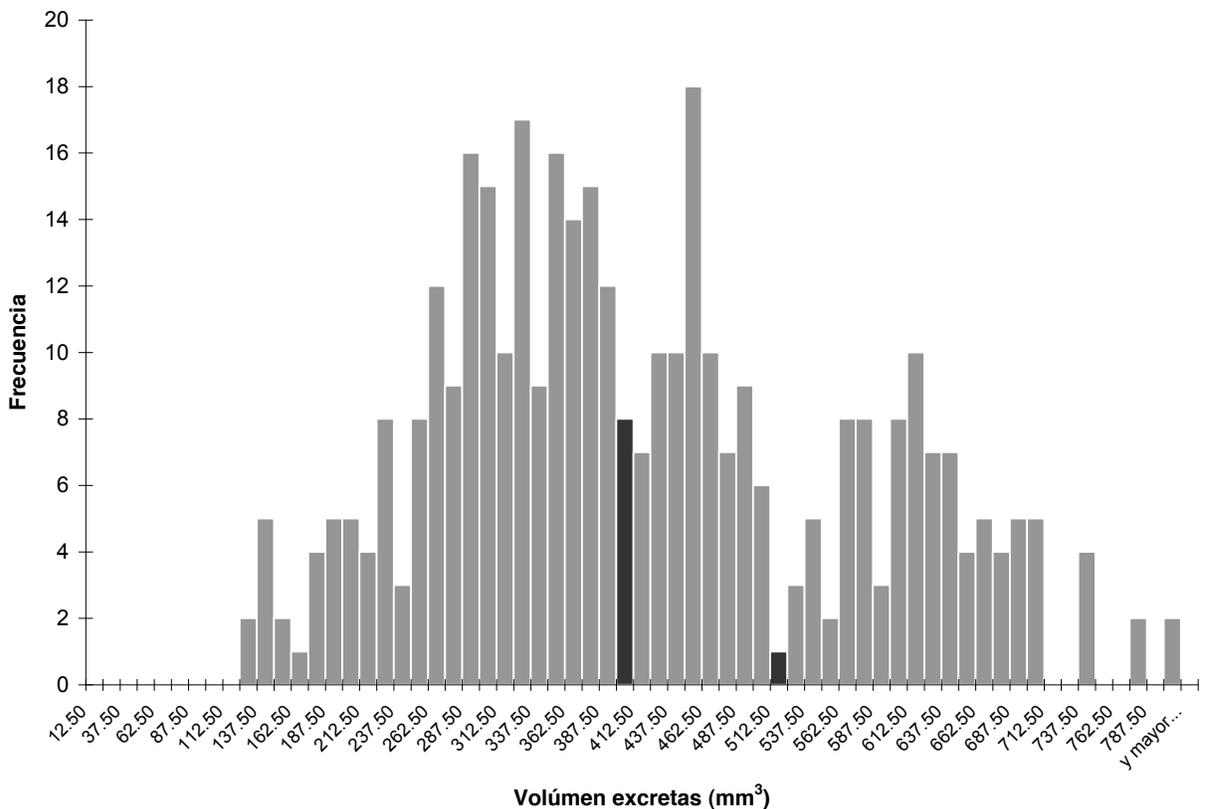


Figura 4.1. Distribución trimodal de las clases de edad (cervatos-juveniles-adultos).

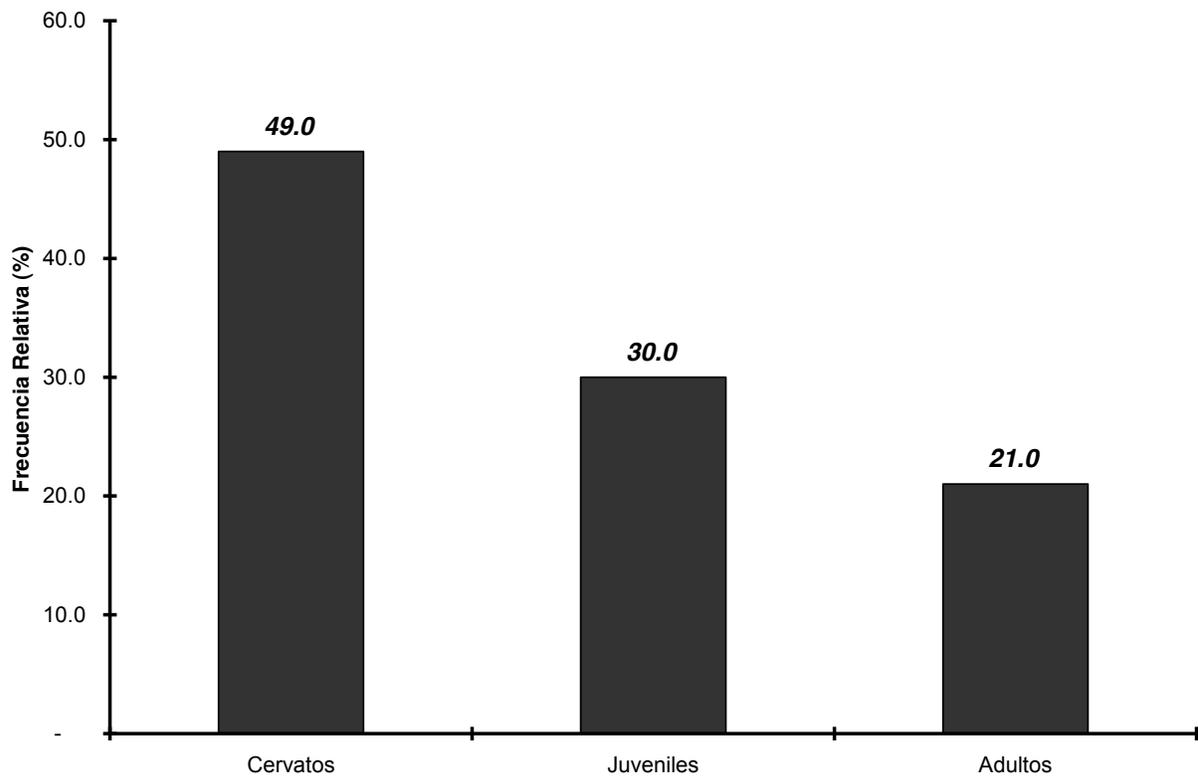


Figura 4.2. Distribución porcentual de los estadios de desarrollo en la población de venados en la Sierra del Laurel, con base en la distribución trimodal del volumen de sus excretas.

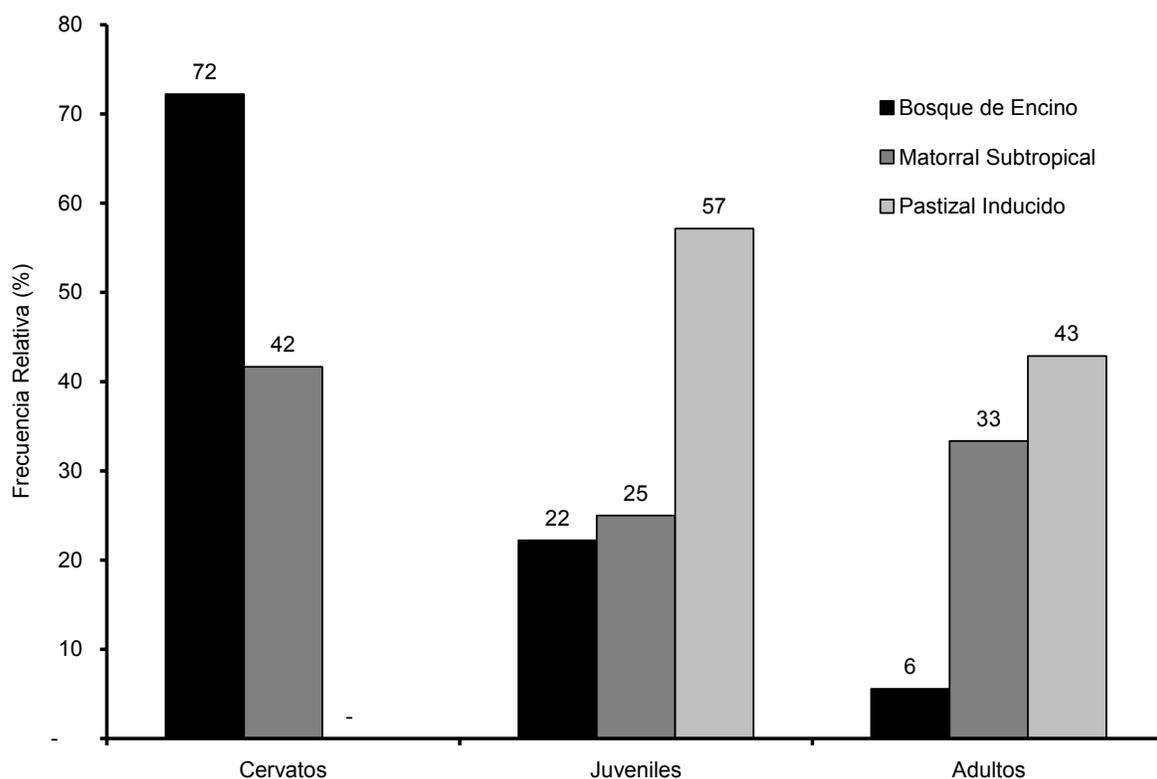


Figura 4.3. Distribución porcentual de los estadios de desarrollo por tipo de vegetación.

Cuadro 4.2. Observaciones de animales registradas durante el muestreo de excretas de venado cola blanca en la Sierra del Laurel.

FECHA	HORA	VENADOS ADULTOS				VENADOS JUVENILES		CERVATOS
		MACHOS	HEMBRAS SOLAS	HEMBRAS C/1 CRIA	HEMBRAS C/2 CRIAS	MACHOS	HEMBRAS	
11/02/2006	19:00			1				1
26/02/2006	09:30			1			1	1
25/03/2006	18:00	1						
27/03/2006	16:30					1		
27/03/2006	18:40			1				1
TOTAL		1	0	3	0	1	1	3

TOTAL DE MACHOS ADULTOS	1
TOTAL DE HEMBRAS ADULTAS	3
TOTAL DE MACHOS JUVENILES	1
TOTAL DE HEMBRAS JUVENILES	1
TOTAL DE MACHOS	2
TOTAL DE HEMBRAS	4
TOTAL DE CRIAS	3

TOTAL DE VENADOS ADULTOS	4.00
TOTAL DE VENADOS JUVENILES	2.00
TOTAL DE CERVATOS NO SEXADOS	3.00
HEMBRAS POR MACHO (ADULTOS)	3.00
CRIAS POR HEMBRA ADULTA	1.00
PROPORCION EDADES	
% ADULTOS	44.44
% JOVENES	22.22
% CRIAS	33.33

Si se utiliza la densidad poblacional promedio por tipo de vegetación, la anterior tendencia se mantiene; es decir, que tanto el bosque de encino como el matorral

subtropical tendrían problemas de sobrecarga (194.9 y 130.3% respectivamente). Solo en el pastizal inducido se mantiene la población por debajo la capacidad de sostenimiento (27.5%). El comportamiento de la densidad poblacional respecto a la carga animal por tipo de vegetación se muestra en la Figura 4.4.

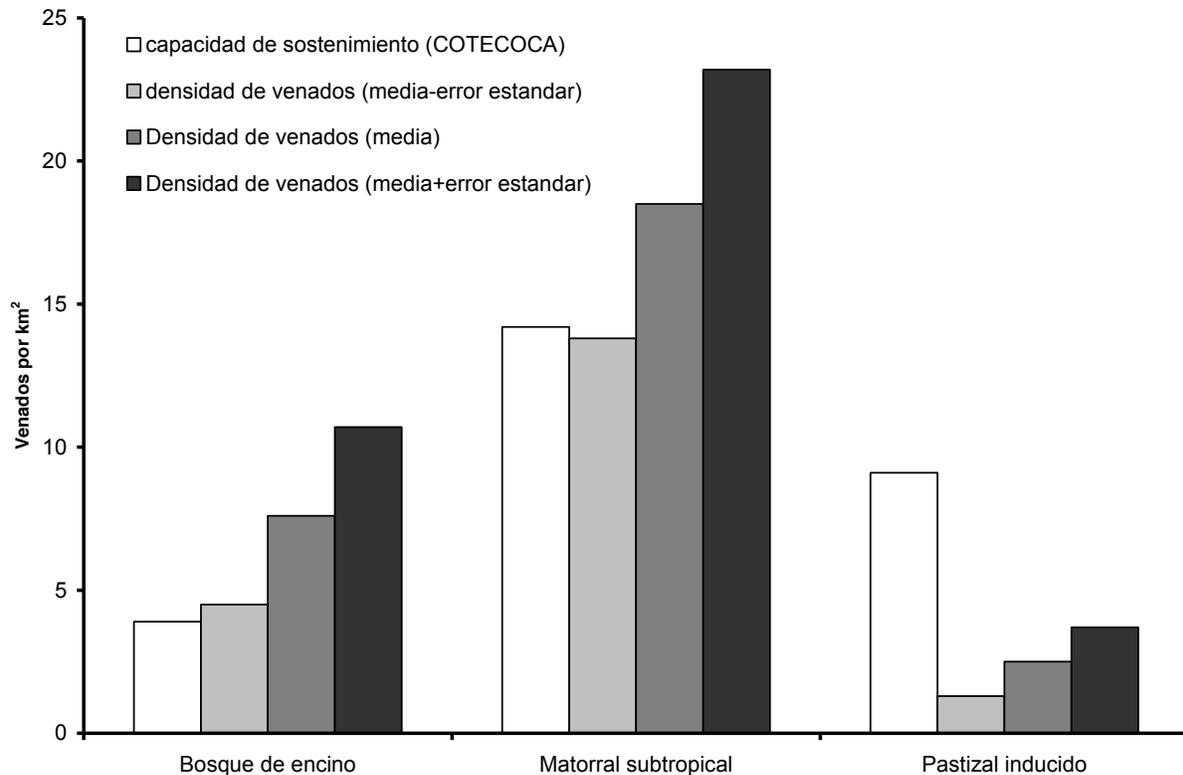


Figura 4.4. Densidad de venados por tipo de vegetación en relación a la capacidad de sostenimiento según COTECOCA, considerando un venado igual a una U.A. según Villarreal (1999).

Discusión

La mayor densidad poblacional del venado cola blanca encontrada en el matorral subtropical respecto de otros tipos de vegetación, coincide con lo encontrado por otros investigadores (Zavala 1992 citado por Ortiz-Martínez *et al.* 2005, Mandujano y Gallina 1995, Castillo 1998 citado por López-Téllez *et al.* 2007, Galindo-Leal y Weber 1998, Mandujano *et al.* 2004, Ortiz-Martínez *et al.* 2005, López-Téllez *et al.* 2007), lo que

sugiere que este tipo de hábitat es el que mejor satisface sus necesidades (Cuadro 4.3). De las diferencias encontradas en la carga animal estimadas por COTECOCA se deduce que este tipo de vegetación tiene una mayor producción de biomasa, por lo que es razonable que pueda soportar una mayor densidad de venados respecto a otros tipos de vegetación.

Cuadro 4.3. Densidad poblacional del venado cola blanca en la Sierra del Laurel, y estimaciones documentadas en otros trabajos, en tipos de vegetación semejantes.

Comunidad Vegetal	Región y Estado	Venados por km ²			Autor
		TD=12.7	TD=22	TD=25	
Bosque subtropical	Jalisco	14.5	nd	nd	Zavala 1992, citado por Ortiz-Martínez <i>et al.</i> 2005
Bosque Tropical Seco	Chamela, Jalisco	28.1±3.8	nd	nd	Mandujano y Gallina 1995
Bosque Tropical	Mixteca Poblana	3.6	nd	nd	López-Téllez <i>et al.</i> 2007
Bosque Tropical Seco	Colima	1.8	nd	nd	Castillo 1998, citado por López-Téllez <i>et al.</i> 2007
Matorral Subtropical	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	36.4±9.3	21.0±5.4	18.5±4.7	Este trabajo
	Sierra Norte, Oaxaca	1.1±1.1	nd	nd	Ortiz-Martínez <i>et al.</i> 2005
	Michilía, Durango	2	1.2	nd	Galindo-Leal y Weber 1998
Bosque templado	La Primavera, Jalisco	4.8±0.9	nd	nd	Valenzuela 1991 citado por Ortiz <i>et al.</i> 2005
	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	14.9±6.1	8.6±6.5	7.6±3.1	Este trabajo
Pastizal Inducido	Sierra del Laurel, Aguascalientes.	5.0±2.3	2.9±1.3	2.5±1.2	Este trabajo

TD = tasa de defecación utilizada.

Sin embargo, las diferencias encontradas en la distribución de los estadios de desarrollo de venado entre los tres tipos de vegetación evaluados en el área de estudio, sugieren que el matorral subtropical satisface necesidades de los venados más

allá del alimento. Si bien es cierto que al analizar la distribución de los estadios de desarrollo en la población, se encuentra un predominio de crías y juveniles sobre los individuos adultos (lo que pudiera esperarse de una relación de hembras por macho muy abierta), es necesario señalar que en el matorral subtropical aparece más equilibrada esta relación; es decir, predominan los juveniles y adultos sobre las crías. Lo anterior sugiere que en el matorral subtropical los venados encuentran mejores condiciones de protección y refugio contra los depredadores y las altas temperaturas que se presentan durante la época seca (Galindo-Leal y Weber 1998, Christopher *et al.* 2002, Ortiz-Martínez *et al.* 2005).

Lo anterior parece confirmarse con el resultado de la regresión lineal múltiple de la densidad del venado contra las variables del medio físico, agrupadas por tipo de vegetación. Durante la época seca, no solo la vegetación caducifolia del matorral subtropical ha perdido su follaje (lo que a su vez limita la disponibilidad de protección térmica), sino que además una gran parte de los cuerpos de agua se secan. En consecuencia, el venado tiende a buscar los sitios más cercanos al agua, y con una mayor orientación al norte-noroeste, donde existen temperaturas más frescas, según se deduce del examen de los coeficientes de regresión negativos y positivos respectivamente para la distancia al agua y el azimut (Anexo C).

Otra posible explicación para esta aparente predilección por el matorral subtropical se confirma con el análisis de los atributos florístico-estructurales de la vegetación, ya que las variables que mejor explicaron el incremento de la densidad poblacional, fueron la densidad de árboles de *I. muruoides* y la altura media del estrato arbustivo, y a medida que tales variables se incrementan, la densidad poblacional del venado será mayor, como puede constatarse del signo positivo de los estimadores de los parámetros de regresión de ambas variables (Anexo C). En el primer caso, se ha documentado que *I. muruoides* es una especie proveedora de agua de origen vegetal (Villarreal y Marín 2005), lo que debe resultar valioso en entornos bajo altas temperaturas en la primavera e inicio del verano, y que coincide con la mas baja disponibilidad de agua, mientras que el caso de la altura media de arbustos, una vez mas la evidencia sugiere que a mayor altura del estrato arbustivo, mas protección térmica encontrará el venado para satisfacer esta necesidad (Bello *et al.* 2001,

Christopher *et al.* 2002, Gallina *et al.* 2005). Puede además suponerse, que comunidades arbustivas bien desarrolladas proveerán de protección adicional contra los depredadores, así como de mayor cantidad y calidad alimento, en razón de la mayor diversidad y riqueza de especies vegetales. Aún cuando la densidad de venados fue menor en el bosque de encino, y mas aún en el pastizal inducido, es interesante notar que los resultados de la regresión múltiple aplicada a los datos agrupados por tipo de vegetación, demuestran una asociación positiva entre las densidades de venados, y las de los árboles del género *Quercus*, y los arbustos de *Bursera roseana*, en el bosque de encino y el pastizal inducido respectivamente, lo que sugiere que el desmonte o aclareo excesivo en tales entornos, tendría un efecto adverso sobre la densidad de venados.

En cuanto a la estructura de la población, es de llamar la atención que la distribución de los tamaños o estadios de desarrollo de venados observados es notablemente distinta, de la generada a partir de la distribución trimodal del volumen de excretas (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4. Proporción de venados por estadios de desarrollo en los diversos tipos de vegetación y por toda el área de estudio y comparación entre la distribución total obtenida por el volumen de excretas con la estimada por observación directa.

Caso	Estadios de desarrollo		
	Adultos	Juveniles	Crías
Bosque de encino	1.0	4.0	13.0
Matorral subtropical	1.0	0.8	1.3
Pastizal inducido	1.0	1.3	0.0
Total área de estudio	1.0	1.4	2.3
Por observación directa	1.0	0.5	0.8

Lo anterior puede atribuirse a la gran dificultad que hay para observar los venados en la Sierra del Laurel, debido a su topografía accidentada, y a la vegetación arbustiva particularmente densa que predomina en la zona.

Si actualmente se iniciara un programa de aprovechamiento cinegético en la Sierra del Laurel sin más respaldo que los estudios poblacionales realizados en esta

investigación, y los estadíos de desarrollo se determinarían únicamente a partir de las pocas observaciones de venados registradas, la población adulta sería sobreestimada, con el consiguiente riesgo de incurrir en un aprovechamiento excesivo

Pero hay otro aspecto de la estructura poblacional que merece particular atención, y que puede explicar la aparente abundancia de individuos jóvenes en la población: la proporción de sexos. De acuerdo con las pocas observaciones de venados registradas, se tiene que en la población adulta de venados hay un macho por tres hembras. Esta circunstancia, típica de entornos en donde existe una fuerte presión de caza sobre venados machos, puede ser el resultado de la caza furtiva que se realiza en Sierra del Laurel y que de acuerdo con informes y testimonios de los lugareños, se incrementa en diciembre de cada año, con el arribo de los emigrantes que vienen de los Estados Unidos de Norteamérica a visitar sus familias, y que con frecuencia salen a cazar venados en forma ilegal, siendo preferidos los ejemplares machos con una buena canasta.

Como lo señala Villarreal (1999), la cacería exclusiva de machos adultos, contribuye a incrementar el número de hembras por macho en la población adulta, lo que a su vez repercute en un mayor número de nacimientos, cuyos individuos requieren de una mayor cantidad de alimento, agua y espacio, situación que parece estar sucediendo en Sierra del Laurel. La estimación de la capacidad de sostenimiento a partir de los índices de agostadero de COTECOCA para el área de estudio, junto con el criterio de considerar equivalentes la carga animal para ganado bovino y venado, permiten una interpretación ecológica razonable, a lo que las evidencias de esta investigación han mostrado.

Durante los recorridos de campo, se encontraron numerosos indicios de ramoneo, aún en zonas en donde el ganado bovino estaba ausente, debido a la falta de agua en los abrevaderos y a la condición seca de los agostaderos. Los signos típicos denominados "líneas de ramoneo" mencionados por Villarreal (1999) como evidencia de sobrecarga del hábitat por el venado, no son muy evidentes en Sierra del Laurel cuyo estrato arbustivo es denso, de porte más bien bajo, y donde además la altura mínima del forraje disponible generalmente no sobrepasa del metro de altura. Sin

embargo, si se presta la debida atención, pueden notarse los efectos del ramoneo al constatar que un gran porcentaje de rebrotes tiernos han sido consumidos.

Otro indicio que apoya la teoría de la sobrecarga del hábitat en Sierra del Laurel, es la condición corporal de los ejemplares. Durante los trabajos de campo, uno de los guardabosques pudo fotografiar a un venado macho (aleznillo), en el cual se aprecia una condición corporal pobre, e inclusive es posible advertir lo que parecen signos de pelea con otros venados, aún cuando la temporada de celo ya había pasado (Lámina 4.1).



Lámina 4.1. Ejemplar de venado aleznillo, fotografiado el 27 de marzo de 2006, por el Guardabosque Jaime Hernández Esquivel (q.e.p.d) en la Sierra del Laurel. Nótese la falta de vigor del animal y la vegetación xerófita circundante indicadora de una condición pobre del hábitat.

Es posible que la población haya sobrepasado ya la capacidad de sostenimiento de su hábitat, lo cual sucede tanto en el bosque de encino como el matorral subtropical. En contraste, las bajas poblaciones en el pastizal inducido, sugieren que se trata de individuos de paso en sus desplazamientos de sus sitios de refugio a los de alimentación. Además, la baja existencia de arbustos, y la pobre riqueza y diversidad florística propia de este tipo de vegetación, hacen que este hábitat sea poco atractivo al venado cola blanca.

Si se considera además que gran parte del matorral subtropical sufre de sobrepastoreo y desmonte, es posible que la fragmentación del hábitat resultante pueda estar manifestando sus efectos. La evidencia ha demostrado que los venados tienden a concentrarse más en este tipo de entornos, pero posiblemente ello no se deba solamente a las características del hábitat (mayor disponibilidad de alimento, mayor cobertura térmica y de protección), sino también a factores particulares del uso de la tierra (López-Téllez *et al.* 2007), tales como una mayor presión de la caza furtiva (Galindo-Leal y Weber 1998, Kilgo *et al.* 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005), la proliferación de desarrollos “ecoturísticos”, o la saturación de los potreros con ganado bovino, pues se ha documentado que la carga animal ganadera se sobrepasa entre dos y 13 veces la recomendada por COTECOCA (Observación personal).

Es posible que ya exista competencia intraespecífica dentro de la población de venados, pues parece razonable que al estar saturado el matorral subtropical, los individuos más jóvenes de la población tiendan a concentrarse en el bosque de encino, expulsados por la población adulta que busca los mejores sitios.

Conclusiones

La población de venados en la Sierra del Laurel, tiende a concentrarse en el matorral subtropical, lo cual es explicable por la distancia al agua, la orientación del sitio, la densidad de árboles de *Ipomoea murucoides*, y la altura media del estrato arbustivo.

Sin embargo, el elevado número de hembras por macho (3:1) y una mayor cantidad de individuos jóvenes en la población sugieren que la estructura poblacional está siendo afectada por la caza clandestina, posiblemente moderada, que se concentra en el aprovechamiento de venados machos adultos. El incremento en el número de

nacimientos, unido al sobrepastoreo, el desmonte, y la fragmentación del hábitat, puede estar ocasionando la sobrecarga del mismo.

Las estimaciones poblacionales del venado cola blanca obtenidas en esta investigación, tienden a ser mayores que las consignadas por otros autores en entornos similares, lo cual puede ser resultado de la vigilancia que en años pasados se desarrolló en el estado de Aguascalientes. No obstante, su relajación o franco abandono en la Sierra del Laurel, pudiera estar favoreciendo el retorno de una caza furtiva mas selectiva, sigilosa y persistente. De no establecer medidas urgentes para combatir el furtivismo, el sobrepastoreo, y el desmonte del matorral subtropical, el pronóstico sobre la perdurabilidad y salud de la población del venado cola blanca en la Sierra del Laurel es reservado.

Literatura citada

- Bello, J. S. G. and M. Equihua. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *J. Range Manage.* 54:537–545.
- Bennet, L. J., P. F. English and R. McCain. 1940. A study of deer populations by use of pellet-group counts. *J. Wildl. Manage.* 4(4):398-403.
- Christopher, S. D, J. A. Jenks, S. L. Griffin, L. A. Rice, and K. F. Higgins. 2002. White-tailed deer habitats in the central Black Hills. *J. Range Manage.* 55:242-252.
- Eberhardt, L. and R. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20:70-74.
- Ezcurra, E. and S. Gallina, 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. pp: 77-106. In: Ffolliott P. F. and S. Gallina (eds.) *Deer biology, habitat requirements, and management in western North America*. Instituto de Ecología, México, D. F.
- Galindo-Leal, C., G. A Morales, and R. M Weber. 1993. Distribution and abundance of coues deer and cattle in Michilia Biosphere Reserve, Mexico. *The Southwestern Naturalist* Vol. 38 (2):127-135.
- Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.

-
-
- Gallina, T. S. A. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Michilía, Dgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. *Tesis de Doctorado*. 86 p.
- Gallina, S., P. Corona-Zárate, y J. Bello. 2005. El comportamiento del venado cola blanca en zonas semiáridas del noroeste de México. pp:193-204. *En: Sánchez-Cordero V. y R. A. Medellín (eds.) Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología, Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. México.
- Kilgo, J. C., R. F. Labisky, and D. E. Fritzen. 1998. Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: implications for conservation of the Florida Panther. *Conservation Biology* 12 (6):1359-1364.
- López-Téllez, M. C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):1-16.
- Mandujano, S y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- Martínez-Romero, L. E. 2004. Determinación de fechas de aprovechamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a través de hormonas sexuales y comportamiento. *Tesis de Maestría de Manejo de Fauna Silvestre*. Instituto de Ecología, A.C. Jalapa, Veracruz. 77 p.
- Medina, F. A. 1986. Programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el estado de Aguascalientes. pp: 62 – 69. *En: Roa R. M. A. (ed.) Curso de Actualización de la División de Estudios de Postgrado de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia de la UNAM*. UNAM-FMVZ. México, D. F.
- Mercado-Reyes, M., S. E. Ramos-Solís, M. Blancas-Mosqueda, C. Mondragón-de la Peña y J. P. Tavizón-García. 2001. Concentración de progesterona en heces fecales de hembra de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante el ciclo reproductivo en cautiverio. 5as. Jornadas de Investigación. 25-29 junio 2001 Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, Zac.10 p.
- Nef, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: A review. *J. Wildl. Manage.* 32(3):597-614.

-
-
- Ortiz-Martínez T., S. Gallina, M. Briones-Salas Y G. González. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 21(3):65-78.
- Pérez-Mejía., S. Mandujano y L. E. Martínez. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 2(3):167-170.
- Sánchez-Rojas G., S. Gallina and M. Equihua. 2004. Pellet Morphometry as a Tool to Distinguish Age and Sex in the Mule Deer. *Zoo Biology* 23:139–146.
- Smith, R. H. 1968. A Comparison of several sizes of circular plots for estimating deer pellet-group density. *J. Wildl. Manage.* 32(3):585-591.
- UACJ. 2008. Conceptos de carga animal, capacidad de carga y coeficiente de agostadero. En: página Web de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Valdespino, C., R. Martínez-Mota, L. M. García-Feria, y L. E. Martínez-Romero. 2007. Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: evolución de una metodología no invasiva. Ensayo. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):151-180.
- Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque La Primavera, Jalisco, México. pp: 247-262, in Vaughan, Ch. y M. Rodríguez (eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Van Etten, R. C. y C. L. Bennett. 1965. Some sources of error in using pellet-group counts for censusing deer. *J. Wildl. Manage.* 29(4):723-729.
- Villalobos, S. V. 1998. El venado cola blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes. En: Gobierno del Estado de Aguascalientes. Oficina de Coordinación de Asesores. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 89. Gob. del Edo. Aguascalientes, México. 73 p.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión ganadera regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.
- Villarreal Espino-Barros, O. A. y M. M. Marín-Fuentes. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia* 54:191-196.
-
-

CAPITULO V. SELECCIÓN Y MODELADO DEL HABITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL

Resumen

Durante la época seca de 2006 se exploró el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la Sierra del Laurel de Aguascalientes. El objetivo de este estudio fue analizar, a través de regresión logística, algunos atributos biofísicos del hábitat que influyen en la probabilidad de que algunos sitios sean utilizados, en mayor o menor proporción, por el venado. El tipo de vegetación, la pendiente, la altitud y la distancia al agua influyeron de manera significativa ($p < 0.01$) en la probabilidad de uso del hábitat por el venado. Los umbrales de estas últimas tres variables se determinaron para una probabilidad de aprovechamiento alta p ($y \geq 0.5$) y variaron en función del tipo de vegetación. En términos generales, las mayores probabilidades de aprovechamiento se obtuvieron en el matorral subtropical. Las características de este tipo de vegetación, para una probabilidad de aprovechamiento alta, tuvieron una densidad ≥ 50 árboles de *Ipomoea murucoides* y 350 arbustos de *Eysenhardtia polystachya* por hectárea; así como una altura promedio del estrato arbustivo ≥ 2.0 m. En virtud de que el matorral subtropical constituye el hábitat más escaso y amenazado por actividades agrícolas y ganaderas en la Sierra del Laurel, y con base en las evidencias aportadas por este estudio, es necesario promover acciones entre los dueños de la tierra, para realizar una mejor gestión de este tipo de vegetación, que es de gran importancia para el venado en la región.

Palabras clave: Venado cola blanca, *Odocoileus virginianus couesi*, hábitat, matorral subtropical, Sierra del Laurel, Aguascalientes, México.

Abstract

Habitat use by the Coues white tailed deer (*Odocoileus virginianus couesi*) was documented during the dry season of 2006, in the Sierra del Laurel, Aguascalientes, Mexico. Based on logistic regression analyses, the objective of this study was to determine which floristic-structural and topographical features influence the probability of habitat use by the Coues deer. Vegetation, slope, altitude and distance to water were

significant ($p < 0.01$) in the probability of habitat use. The thresholds for slope, altitude and distance were estimated for a high probability of use p ($y \geq 0.5$) and varied due to vegetation type. Sites on subtropical vegetation with 50 trees ha^{-1} of *Ipomoea murucoides* and 350 shrubs ha^{-1} of *Eysenhardtia polystachya* and mean height of the shrubs strata over the 2.0 meters had a probability use of use greater than 50 percent. However this vegetation type is scarce and threatened by agricultural development in the Sierra del Laurel. The results of this research clearly point out the need to promote management and conservation strategies of this type of vegetation since it is the preferred habitat of the Coues deer, which in turn should be considered as an asset by the stakeholders and an option to derive additional income from hunting fees and other economic activities pertaining to a multiple use of the land.

Key words: Coues deer, *Odocoileus virginianus couesi*, habitat, subtropical Scrub, Sierra del Laurel, Aguascalientes, Mexico.

Introducción

Hoy día, en México los criterios para decidir y autorizar la caza de un número determinado de venados se sustentan, principalmente, en estudios poblacionales (DOF 2000 Y 2006) más que en información sobre el aprovechamiento y selección del hábitat. Y sobre esto último, en el mejor de los casos, se consideran índices de aptitud del hábitat basados en información de otros entornos, generalmente de Norteamérica.

Es razonable pensar que cualquier población de venados, en una región determinada, hará un aprovechamiento selectivo de su hábitat y que tal selección dependerá de ciertos atributos como la topografía, la disponibilidad de agua, la estructura de la vegetación, los factores inherentes a la gestión, e incluso, los cambios en la disponibilidad de los recursos, lo que en última instancia, se traduciría en diferencias importantes en cuanto a su abundancia y por consiguiente en su potencial de aprovechamiento.

Algunos ejemplos sobre el empleo de la regresión logística en la evaluación del aprovechamiento de hábitat, sus alcances y aplicaciones, ya fueron presentados en el apartado 4.5 sobre evaluación del aprovechamiento de hábitat, en la revisión de

literatura de esta tesis y dieron origen a una contribución (Medina-Torres *et al.* En prensa).

El propósito de este estudio fue analizar, mediante técnicas de regresión logística, atributos del hábitat que influyen en la probabilidad de que los sitios sean utilizados, en mayor o menor proporción, por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio correspondió a la ya descrita en el capítulo III de esta tesis.

Registro del aprovechamiento de hábitat

Para el registro del aprovechamiento de hábitat, se utilizaron los 174 puntos de muestreo empleados durante el estudio poblacional, ya que al perderse seis parcelas de muestreo en dos transectos durante el seguimiento de verano, no fue posible obtener información de las mismas. Debido a que en el análisis de varianza de doble vía se demostró que no hubo un efecto significativo del período de muestreo, el aprovechamiento del hábitat fue igual a uno, sí en la parcela evaluada se registró la presencia de grupos fecales de venado, al menos durante una de las dos visitas realizadas. Cada punto representó el centro de una parcela circular de 9.3 m², sobre la que se registró el aprovechamiento de hábitat, mediante la presencia o ausencia de grupos fecales de venado. Los indicios de venado encontrados fuera de las parcelas, o entre transectos, también fueron registrados y georeferenciados. A estos registros se les añadió la información de la topografía y de disponibilidad de agua, con lo cual se obtuvo una base de 306 registros en total; 174 en parcelas distribuidas en los transectos y 132 de hallazgos de excretas fuera de las parcelas.

Medición de los atributos biofísicos del hábitat

El procedimiento para la medición de las variables físicas y bióticas del hábitat, ya ha sido descrito en el capítulo III de esta tesis.

Análisis estadístico y construcción de modelos de aprovechamiento de hábitat

Para evaluar el aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, se formularon dos preguntas fundamentales:

- a) ¿La probabilidad de que un sitio cualquiera sea aprovechado por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, depende del tipo de vegetación, de la distancia al agua y, de al menos, un atributo de la topografía?
- b) ¿La probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca, podrá explicarse en función de al menos uno de los atributos florístico-estructurales de la vegetación utilizada?

Para responder a la primera interrogante, y conocer la distribución espacial de la probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, mediante un mapa digital, se utilizó un análisis de regresión logística (Manly *et al.* 1993) con un modelo de selección ascendente (Stepwise), mediante el SAS[®] (2007), utilizando como variable de respuesta la presencia o ausencia de grupos fecales de venado (aprovechamiento de hábitat) y como variables predictibles, el tipo de vegetación, la pendiente, el azimut, la altitud, y la distancia al agua.

El mapa de probabilidad de aprovechamiento de hábitat en formato raster, se generó con el calculador de imágenes (Image Calculator) del programa Idrisi Kilimanjaro[®] en el cual se introdujeron los parámetros obtenidos en el modelo de regresión logística, y las imágenes raster del tipo de vegetación, distancia al agua y las variables topográficas, en un procedimiento de cálculo basado en la Ecuación (1.4) de regresión logística (Manly *et al.* 1993), ya mostrada en el apartado sobre evaluación del aprovechamiento de hábitat, en la revisión de literatura.

Con un proceso de reclasificación (instrucción RECLASS, Idrisi Kilimanjaro[®]), se generó una zonificación del área de estudio en dos clases de probabilidad de aprovechamiento: alta p ($y \geq 0.5$) y baja $1 - p$ ($y < 0.5$). En seguida, se realizó una tabulación cruzada entre el mapa de vegetación con el mapa de clases de probabilidad de aprovechamiento (instrucción CROSTAB, Idrisi Kilimanjaro[®]), para obtener un mapa con los tres tipos de vegetación que presentaron una probabilidad de aprovechamiento alta p ($y \geq 0.5$).

Por último, se obtuvo la media (μ) y la desviación estándar (σ) por tipo de vegetación de las variables que resultaron significativas en el modelo del primer análisis, con probabilidad de uso alta (instrucción EXTRACT, programa Idrisi Kilimanjaro[®]), lo que permitió describir cada tipo de vegetación con base en su topografía y la disponibilidad de agua. Considerando que entre las variables del medio físico, solamente la distancia al agua es susceptible de ser manipulada, se modeló su comportamiento en interacción con las variables topográficas que resultaron significativas en el modelo logístico, lo que permitió determinar la distancia al agua mínima requerida, para una alta probabilidad de aprovechamiento por el venado.

Con la finalidad de probar la segunda hipótesis de trabajo, se realizó un segundo análisis de regresión logística (Manly *et al.* 1993) con un modelo de selección ascendente (Stepwise), sobre las 101 parcelas en las que se evaluó la vegetación, utilizando la misma variable de respuesta (presencia o ausencia de grupos fecales de venado) y como variables de predicción, el tipo de vegetación del sitio evaluado, y sus atributos florístico-estructurales.

Mediante los estadísticos básicos de las variables significativas por tipo de vegetación en el modelo anterior, se construyeron escenarios que permitieron su modelado, para conocer sus umbrales críticos, y determinar los valores necesarios para una alta probabilidad de aprovechamiento por el venado cola blanca.

Para determinar si las variables florístico-estructurales significativas en el modelo logístico presentaron variaciones importantes en función del tipo de vegetación (bosque de encino, matorral subtropical, y pastizal inducido), el aprovechamiento del sitio (aprovechado, no aprovechado), o la interacción de ambos, se utilizó un análisis de varianza de dos vías, donde las parcelas de muestreo dentro de cada tipo de vegetación se consideraron como repeticiones (SAS[®] 2007). Las comparaciones de interés fueron analizadas mediante pruebas de Tukey.

Resultados

El primer modelo logístico demostró que la probabilidad de que un sitio dado sea utilizado por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, depende del tipo de vegetación, de la distancia al agua, de la pendiente, y de la altitud ($-2 \text{ Log } L = 366.65$,

g l = 5, p < 0.0001). Los parámetros del modelo se presentan en el Cuadro 5.1 y con sus valores se derivó la Ecuación 5.1.

$$p(y=1)x = \frac{\exp(-6.0422 - 0.0222(x_1) + 0.0032(x_2) - 0.0007(x_3) - 0.7869(x_4) + 1.3844(x_5))}{1 + \exp(-6.0422 - 0.0222(x_1) + 0.0032(x_2) - 0.0007(x_3) - 0.7869(x_4) + 1.3844(x_5))} \quad (5.1)$$

donde $p(y=1)$ = es la probabilidad de que un determinado sitio sea aprovechado por el venado, x_1 = pendiente (%), x_2 = altitud, x_3 = distancia al agua (m), x_4 = bosque de encino y x_5 = matorral subtropical.

Cuadro 5.1. Parámetros del modelo logístico de las variables del medio físico.

Variable	Parámetro	Error estándar	Chi-cuadrada de Wald	Pr > Chi ²
Intercept	-6.042	2.131	8.040	0.005
Pendiente (%)	-0.022	0.010	4.772	0.029
Altitud (m)	0.003	0.001	10.377	0.001
Distancia al agua (m)	-0.001	0.000	4.366	0.037
Bosque de encino	-0.787	0.258	9.305	0.002
Matorral subtropical	1.384	0.222	38.922	0.000

El mapa de probabilidad de aprovechamiento del hábitat en el área de estudio generado con la Ecuación (5.1) se muestra en la Figura 5.1, y la zonificación en las dos categorías de aprovechamiento del hábitat ya explicadas se presenta en la Figura 5.2. El 69.6% (101.4 km²) del área de estudio tuvo una probabilidad de aprovechamiento baja $1-p(y > 0.5)$, mientras que el 30.4% (44.3 km²) presentó una probabilidad de aprovechamiento alta $p(y > 0.5)$.

El bosque de encino con alta probabilidad de ser aprovechado por el venado cola blanca, abarcó una superficie de 433.25 ha (7.38% del total disponible), y se caracterizó por presentar una pendiente del $17 \pm 11\%$, una altitud de 2457 ± 79 m, y una distancia al agua de 564 ± 304 m. Los sitios del matorral subtropical con mayor probabilidad de aprovechamiento, tienen una extensión de 3,328.00 ha (73.26% del total disponible), y presentaron una pendiente del $28 \pm 17\%$, una altitud de 2053 ± 184 m, y una distancia al agua de 846 ± 508 m. El pastizal inducido con mayor probabilidad de aprovechamiento, abarca una extensión de 672.40 ha (16.16% del total disponible),

y se caracterizó por presentar una pendiente de $16 \pm 12\%$, una altitud de 2239 ± 145 m, y una distancia al agua de 537 ± 429 m (Cuadro 5.2).

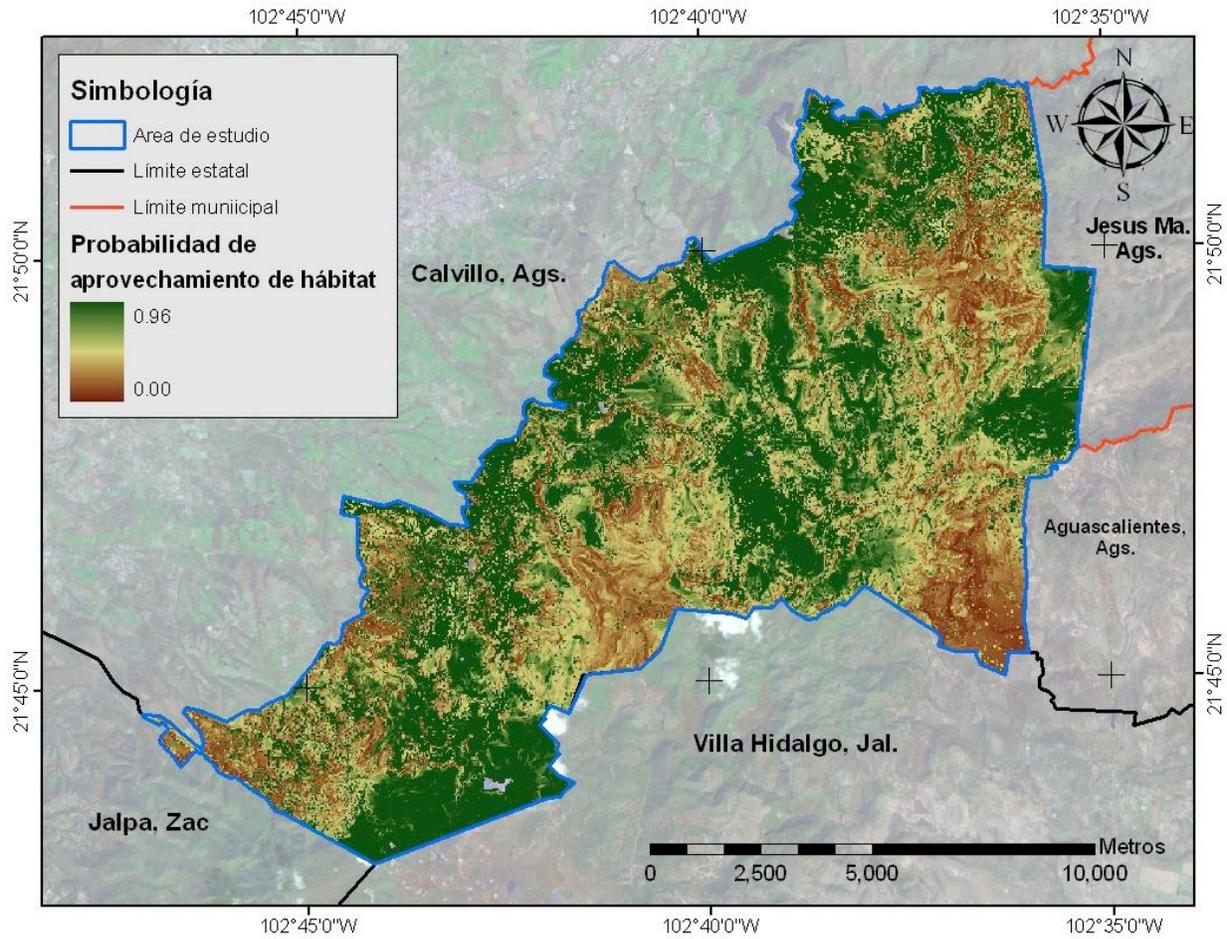


Figura 5.1. Mapa de probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca.

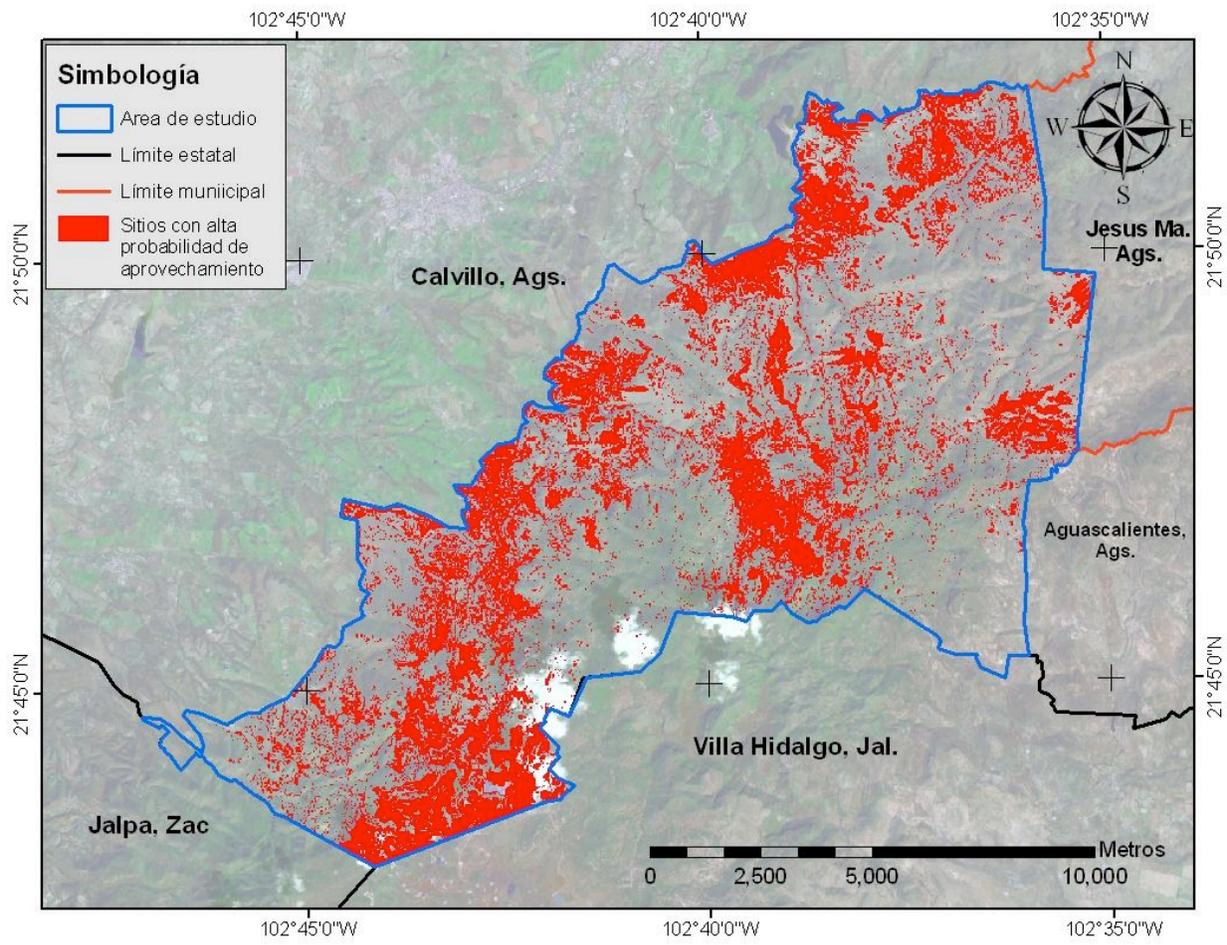


Figura. 5.2 Mapa de sitios con alta probabilidad de aprovechamiento del hábitat.

Cuadro 5.2. Estadísticos del medio físico para una probabilidad de aprovechamiento alta.

<i>Pendiente (%)</i>				
Tipo de vegetación	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$
Bosque de encino	17	11	6	28
Matorral subtropical	28	17	11	45
Pastizal inducido	16	12	4	28
<i>Altitud (m)</i>				
Tipo de vegetación	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$
Bosque de encino	2,457	79	2,378	2,535
Matorral subtropical	2,053	184	1,869	2,237
Pastizal inducido	2,239	145	2,094	2,384
<i>Distancia al Agua (m)</i>				
Tipo de vegetación	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$
Bosque de encino	564	304	260	868
Matorral subtropical	846	508	338	1,354
Pastizal inducido	537	429	108	966

μ = media poblacional, σ = desviación estandar poblacional, $\mu \pm \sigma$ valores extremos. Por población se entiende la totalidad de los pixeles en las imágenes raster cuyos valores corresponden a los atributos descritos.

El modelado de la distancia al agua demostró que los valores mínimos requeridos para una alta probabilidad de aprovechamiento por el venado cola blanca en el área de estudio, variaron en función de la vegetación, la pendiente y altitud del hábitat. En los sitios con alta probabilidad de aprovechamiento por el venado, la distancia al agua se torna crítica cuando se alcanza la mayor pendiente y la mínima altitud, lo que varió en función del tipo de vegetación utilizado. El comportamiento de las variables en el modelo demostró que la distancia al agua requerida para una alta probabilidad de aprovechamiento del hábitat, se incrementa conforme la pendiente disminuye.

En el bosque de encino, la distancia al agua no debe ser mayor de 230 m en pendientes superiores al 28% y altitudes mínimas de 2,378 m. En contraste, en el matorral subtropical se observó una mayor tolerancia a distancias mayores al agua, ya que la distancia mínima para una probabilidad de uso alta, fue de 480 m en terrenos abruptos (pendientes no mayores al 45%). El pastizal inducido, fue el que mostró ser el hábitat mas vulnerable a la disponibilidad de agua, ya que bajo condiciones extremas

de máxima pendiente y mínima altitud (28% y 2,094 m, respectivamente), la distancia al agua mínima para una probabilidad de aprovechamiento alta, fue de 50 m. Un resumen de de estos valores, se presentan en el Cuadro 5.3 y el comportamiento de la distancia al agua respecto de las otras variables, se muestra en la Figura 5.3.

Cuadro 5.3. Umbrales requeridos de distancia al agua para una probabilidad de aprovechamiento alta, bajo tres condiciones diferentes de pendiente y altitud por tipo de vegetación.

Tipo de Vegetación	Pendiente (%)		Elevación (m)		Distancia al Agua (m)*		p(y)
	X_1		x_3		x_2		
Matorral Subtropical	$\mu - \sigma$	10	$\mu + \sigma$	2,237	$\mu + \sigma$	1,354	0.80
	μ	28	μ	2,053	$\mu + \sigma$	1,354	0.60
	$\mu + \sigma$	45	$\mu - \sigma$	1,869	<i>U</i>	480	0.50
Bosque de Encino	$\mu - \sigma$	7	$\mu + \sigma$	2,535	$\mu + \sigma$	868	0.63
	μ	17	μ	2,457	$\mu + \sigma$	868	0.52
	$\mu + \sigma$	28	$\mu - \sigma$	2,378	<i>U</i>	230	0.50
Pastizal Inducido	$\mu - \sigma$	5	$\mu + \sigma$	2,384	$\mu + \sigma$	966	0.70
	μ	16	μ	2,239	$\mu + \sigma$	966	0.53
	$\mu + \sigma$	28	$\mu - \sigma$	2,094	<i>U</i>	50	0.50

* = variable modelada. *U* = umbral para una probabilidad de uso ≥ 0.50

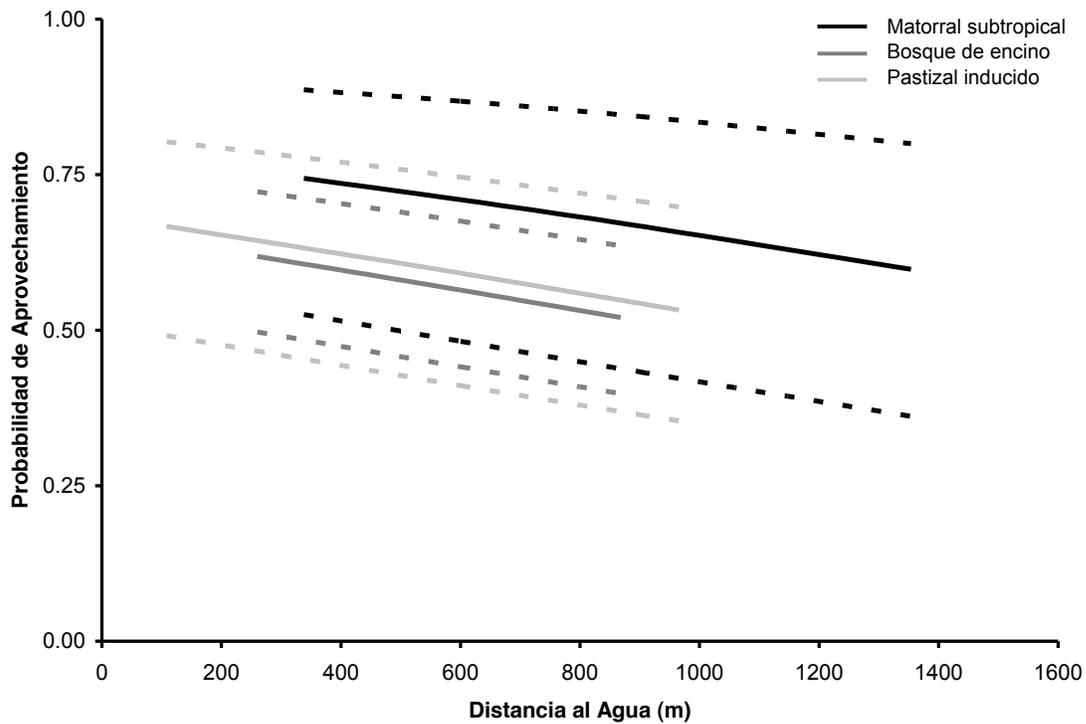


Figura 5.3. Probabilidad de aprovechamiento del hábitat con base en la distancia al agua, bajo condiciones fijas de altitud y pendiente (μ = línea continua, $\mu \pm \sigma$ = líneas punteadas).

En el análisis de regresión logística, aplicado a los atributos florístico-estructurales del hábitat, sobre las 101 parcelas de muestreo en las que se evaluó la vegetación, se obtuvo un modelo donde la altura media del estrato arbustivo, la densidad de *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult y de *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg., por hectárea, fueron significativas ($-2 \text{ Log } L = 90.14$, $g \text{ l} = 3$, $p < 0.0001$). Los parámetros de este modelo se presentan en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Parámetros del modelo logístico de las variables del medio biótico.

Variables	Parámetro	Error estándar	Chi-cuadrada de Wald	Pr > ChiSq
Intersección	-3.2381	0.6372	25.8207	<0.0001
<i>Ipomoea murucoides</i> por ha	0.0167	0.0061	7.4457	0.0064
<i>Eysenhardtia polystachya</i> por ha	0.0025	0.0011	4.7996	0.0285
Altura media de arbustos (m)	0.7794	0.2234	12.1667	0.0005

Con los parámetros anteriores, se construyó el modelo logístico que permitió el modelado de las variables del Cuadro 5.5, representado por la Ecuación 5.2:

$$p(y=1)x = \frac{\exp(-3.2381 - 0.0167(x_1) + 0.0025(x_2) + 0.7794(x_3))}{1 + \exp(-3.2381 - 0.0167(x_1) + 0.0025(x_2) + 0.7794(x_3))} \quad (5.2)$$

donde $p(y=1)$ = es la probabilidad de que un determinado sitio sea utilizado por el venado, x_1 = árboles de *Ipomoea murucoides* por ha, x_2 = arbustos de *Eysenhardtia polystachya* por ha, y x_3 = Altura media de arbustos (m).

El bosque de encino presentó una baja densidad de *Ipomoea murucoides* por hectárea (2.40 ± 3.96). En este tipo de vegetación se registró la mayor altura del estrato arbustivo (2.45 ± 0.41 m), donde estuvo ausente *Eysenhardtia polystachya*. En contraste, el matorral subtropical presentó los valores mas altos de densidad de *Ipomoea murucoides* y *Eysenhardtia polystachya* por hectárea (45.59 ± 23.08 y 319.85 ± 144.05) respectivamente, y una altura de 2.05 ± 0.39 m en el estrato arbustivo. El pastizal natural, presentó una densidad de 16.67 ± 26.51 árboles de *Ipomoea murucoides* por hectárea, y una altura media de arbustos de 1.38 ± 0.18 m. *Eysenhardtia polystachya* no estuvo presente en este tipo de vegetación. (Cuadro 5.5).

La probabilidad del aprovechamiento de hábitat por el venado cola blanca, estuvo en función de la interacción de las tres variables anteriores, y su modelado demostró que una alta probabilidad de aprovechamiento $p(y > 0.5)$, se asoció a sitios de matorral subtropical, con un mínimo de 50 árboles de *Ipomoea murucoides* y 350 arbustos de *Eysenhardtia polystachya* por hectárea, así como una altura media del estrato arbustivo

mínimo de dos m. En el bosque de encino, solamente en sitios con vegetación secundaria arbustiva cuya altura media fuera igual o mayor a 4.2 m, la probabilidad de aprovechamiento por el venado fue alta p ($y > 0.5$). En contraste, en sitios de pastizal inducido con un mínimo de 100 árboles de *Ipomoea murucoides* por hectárea, y una altura media del estrato arbustivo mayor de dos m, es posible obtener una probabilidad de aprovechamiento superior a 0.5 (Cuadro 5.6).

Cuadro 5.5. Estadísticos de las variables significativas en el modelo logístico de los atributos florístico-estructurales de la vegetación.

<i>Ipomoea murucoides</i> / ha					
Tipo de vegetación	n	m	es	Min	Max
Bosque de encino	52	2.40	1.97	0.00	100.00
Matorral subtropical	34	45.59	11.34	0.00	275.00
Pastizal inducido	15	16.67	11.34	0.00	175.00
<i>Eysenhardtia polystachya</i> / ha					
Tipo de vegetación	n	m	es	Min	Max
Bosque de encino	52	0.00	0.00	0.00	0.00
Matorral subtropical	34	319.85	70.80	0.00	1400.00
Pastizal inducido	15	0.00	0.00	0.00	0.00
Altura media de arbustos (m)					
Tipo de vegetación	n	m	es	Min	Max
Bosque de encino	52	2.45	0.20	0.00	7.00
Matorral subtropical	34	2.05	0.19	0.00	5.90
Pastizal inducido	15	1.38	0.09	1.05	2.25

n=tamaño de muestra, m=media, es=error estándar, Min= valor mínimo, Max=valor máximo.

Cuadro 5.6. Modelado de los atributos florístico-estructurales por tipo de vegetación y sus umbrales para una probabilidad de aprovechamiento de hábitat alta.

Tipo de Vegetación	<i>I. mururoides</i> / ha		<i>E. polystachya</i> / ha		Altura media arbustos (m)		Probabilidad de aprovechamiento de hábitat	Clase de aprovechamiento
	estadístico	x_1	estadístico	x_2	estadístico	x_3	$p(y = 1)^x$	
Bosque de encino	<i>m - es</i>	0.43	<i>m - es</i>	0.00	<i>m - es</i>	2.25	0.19	baja
	<i>m</i>	2.40	<i>m</i>	0.00	<i>m</i>	2.45	0.22	baja
	<i>m + es</i>	4.38	<i>m + es</i>	0.00	<i>m + es</i>	2.66	0.25	baja
	<i>Max</i>	100.00	<i>Max</i>	0.00	<i>Max</i>	7.00	0.98	alta
	<i>LI</i>	0.00	<i>m</i>	0.00	<i>U</i>	4.20	0.51	alta
Matorral subtropical	<i>m - es</i>	34.25	<i>m - es</i>	249.05	<i>m - es</i>	1.86	0.35	baja
	<i>m</i>	45.59	<i>m</i>	319.85	<i>m</i>	2.05	0.48	baja
	<i>m + es</i>	56.93	<i>m + es</i>	390.65	<i>m + es</i>	2.25	0.61	alta
	<i>Max</i>	275.00	<i>Max</i>	1400.00	<i>Max</i>	5.90	1.00	alta
	<i>VU</i>	50.00	<i>VU</i>	350.00	<i>U</i>	2.00	0.51	alta
Pastizal inducido	<i>m - es</i>	5.32	<i>m - es</i>	0.00	<i>m - es</i>	1.29	0.10	baja
	<i>m</i>	16.67	<i>m</i>	0.00	<i>m</i>	1.38	0.13	baja
	<i>m + es</i>	28.01	<i>m + es</i>	0.00	<i>m + es</i>	1.47	0.16	baja
	<i>Max</i>	175.00	<i>Max</i>	0.00	<i>Max</i>	2.25	0.81	alta
	<i>VU</i>	100.00	<i>m</i>	0.00	<i>U</i>	2.02	0.50	alta

m=media, es=error estándar, Max=valor máximo, U= umbral.

Los análisis de varianza aplicados a las variables florístico-estructurales del hábitat demostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), en función del tipo de vegetación, el aprovechamiento del sitio por el venado cola blanca, y de la interacción de ambos factores (Cuadro 5.7).

El tipo de vegetación y el aprovechamiento del sitio por el venado cola blanca tuvieron un efecto altamente significativo en la variación de la densidad de *I. mururoides* por hectárea. Los sitios utilizados en el pastizal inducido (125 ± 50 *I. mururoides* / ha) y el matorral subtropical (58.33 ± 19.17) no fueron significativamente diferentes entre sí ($p > 0.05$), pero si lo fueron del resto de las interacciones vegetación / aprovechamiento de hábitat ($p < 0.05$). La densidad de *E. polystachya* mostró diferencias solamente en el matorral subtropical ($p < 0.05$), donde la mayor densidad de *E. polystachya* sobre sitios aprovechados (447.22 ± 109.55) fue mayor que en los no aprovechados (176.56 ± 74.49). En los otros tipos de vegetación, esta especie no

estuvo presente. La altura media del estrato arbustivo en sitios de bosque de encino (3.6 ± 0.5 m) y el matorral subtropical (2.5 ± 0.3 m) aprovechados por el venado cola blanca no varió significativamente ($p > 0.05$), pero si fue mayor a la registrada en los sitios no aprovechados de esos mismos tipos de vegetación, y a los del pastizal inducido ($p < 0.05$). Los resultados de los análisis se presentan en el Anexo D.

Cuadro 5.7. Atributos florístico-estructurales que influyeron en la probabilidad del aprovechamiento de hábitat, en función del tipo de vegetación y la utilización del sitio.

<i>I. murucoides</i> / ha			
<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Aprovechamiento de Hábitat</i>	<i>m (es)</i>	<i>Comparación</i>
Pastizal inducido	Aprovechado	125.0 (50.0)	A
Matorral subtropical	Aprovechado	58.3 (19.2)	A
Matorral subtropical	No Aprovechado	31.2 (10.3)	B
Bosque de encino	No Aprovechado	2.4 (2.4)	B
Bosque de encino	Aprovechado	2.3 (2.3)	B
Pastizal inducido	No Aprovechado	0.0 (0.0)	
<i>E. polystachya</i> / ha			
<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Aprovechamiento de Hábitat</i>	<i>m (es)</i>	<i>Comparación</i>
Matorral subtropical	Aprovechado	447.2 (109.6)	A
Matorral subtropical	No Aprovechado	176.6 (74.5)	B
Bosque de encino	No Aprovechado	0.0 (0.0)	
Bosque de encino	Aprovechado	0.0 (0.0)	
Pastizal inducido	No Aprovechado	0.0 (0.0)	
Pastizal inducido	Aprovechado	0.0 (0.0)	
<i>Altura media de arbustos (m)</i>			
<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Aprovechamiento de Hábitat</i>	<i>m (es)</i>	<i>Comparación</i>
Bosque de encino	Aprovechado	3.7 (0.5)	A
Matorral subtropical	Aprovechado	2.5 (0.3)	A
Bosque de encino	No Aprovechado	2.1 (0.2)	B
Matorral subtropical	No Aprovechado	1.6 (0.2)	B
Pastizal inducido	Aprovechado	1.4 (0.0)	B
Pastizal inducido	No Aprovechado	1.4 (0.1)	B

m = media, (es) = error estándar. Literales diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.

Discusión

El primer modelo logístico sugiere que la probabilidad de que un determinado sitio sea aprovechado por el venado, está en función del tipo de vegetación, pendiente, altitud y distancia al agua. En los dos modelos logísticos generados, se encontró que las probabilidades de aprovechamiento más altas se presentaron en el matorral subtropical, lo que sugiere que el tipo de vegetación es uno de los atributos que más influyen en la selección del hábitat por el venado cola blanca, tal y como lo documentó Boulanger *et al.* (2000).

A diferencia de lo encontrado por Galindo-Leal y Weber (1998), la alta probabilidad asociada al matorral subtropical revela que el venado en la Sierra del Laurel prefirió este tipo de vegetación sobre el bosque de encino, cuando este último ha sido el hábitat preferido en La Michilía, de acuerdo con los autores citados. La selección por vegetación caducifolia ha sido documentada por otros autores (Wayne 2001, Mandujano *et al.* 2004) y puede ser debida a la gran diversidad de especies que ofrecen mayor cobertura y variedad de alimento a los venados. Depew (2004) encontró que el venado cola blanca tiende a ser más abundante en áreas con mayor proporción de vegetación arbustiva, lo que puede ser debido a una preferencia por sitios con vegetación serial intermedia, más que sitios con vegetación serial avanzada (Olson 1992).

Al considerar la pendiente, los resultados del primer modelo demostraron la importancia de los rasgos topográficos y su influencia sobre la selección del hábitat por el venado cola blanca, ya que ésta se asocia con pendientes inferiores a 30%, coincidiendo con las tendencias que otros autores han documentado en Norteamérica (Boulanger *et al.* 2000, Wayne 2001) y América Central (Segura 1998). Otro rasgo topográfico que influye en que determinados sitios sean seleccionados por el venado, es la altitud (Boulanger *et al.* 2000). En este estudio se encontró que la probabilidad de aprovechamiento del hábitat aumenta a medida que la altitud del terreno se incrementa.

La distancia al agua influyó en la selección del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel. Se encontró que los sitios con una probabilidad de aprovechamiento alta, tuvieron una distancia promedio al agua entre 537 y 846 m entre los tres tipos de vegetación evaluados. Estos valores fueron mayores que los encontrados por Bello *et al.* (2001) y Ortiz-Martínez *et al.* (2005), aunque están dentro de los valores

recomendados para la gestión del venado cola blanca, los cuales oscilan entre 700 y 800 m (Villarreal 1999, SDR 2007). Las sequías frecuentes y la falta de abasto de agua permanente de la sierra del Laurel (Medina-Torres 2006), obligan al venado a depender del rocío, del agua contenida en algunas plantas y frutos, y de los pocos repesos que llegan a conservar agua durante todo el año. Es de llamar la atención, que en el matorral subtropical la probabilidad de aprovechamiento por el venado cola blanca se asocia a distancias al agua mas grandes que en los otros tipos de vegetación, lo que sugiere que en ese entorno encuentra otras fuentes para satisfacer sus necesidades de agua, tal y como otros autores lo han documentado en hábitats con vegetación caducifolia semejantes al matorral subtropical del área de estudio (Mandujano *et al.* 2004, Villarreal Espino-Barros y Marín-Fuentes 2005).

En el segundo modelo se comprobó que la probabilidad de aprovechamiento es mayor en el matorral subtropical que en los otros dos tipos de vegetación analizados. Las variables florístico-estructurales que favorecieron dicho aprovechamiento son la altura media de los arbustos, y la densidad de *Ipomoea murucoides* y *Eysenhardtia polystachya* por hectárea. Probabilidades de aprovechamiento altas, asociadas a una cierta altura media del estrato arbustivo, pueden ser debidas a la satisfacción de los requerimientos del venado en términos de cobertura, tanto térmica como de protección (Galindo-Leal y Weber 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005). En el matorral subtropical y el bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva, la altura media de los arbustos podría tener un papel importante como refugio bajo condiciones climáticas extremas, ya que el clima irregular, con sequías recurrentes y prolongadas de la Sierra del Laurel (Medina-Torres 2006), incrementa los requerimientos de cobertura térmica bajo estas condiciones (Bello *et al.* 2001). Gallina *et al.* (2005) documentaron que durante la época de gestación (marzo a junio), el venado cola blanca tiene menor actividad. Esta condición puede deberse a la necesidad de factores termo-reguladores que le protejan de temperaturas elevadas, para lo cual son necesarios hábitats particularmente densos. Uresk *et al.* (1999) encontraron que las hembras de venado cola blanca seleccionaron sitios con una altura media de la vegetación de 1.01 m, mientras que esta altura en sitios elegidos al azar fue de 0.75 m. Christopher *et al.* (2002), encontraron que la selección de hábitats

específicos por el venado cola blanca se explica mejor por la cobertura vegetal en el estrato arbustivo, ya que éste proporciona cobertura térmica, de escape y alimento.

Christopher *et al.* (2002) mencionan, además, que los sitios con vegetación arbustiva se utilizan de 1.5 a 4.7 veces más en relación con su disponibilidad, en tanto que los sitios con sotobosque escaso o inexistente fueron evitados. Otro beneficio que ofrece la vegetación arbustiva es que afecta la visibilidad vertical y protege al venado contra el hombre y los depredadores (Galindo-Leal y Weber 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005). Un comportamiento semejante fue documentado por Kilgo *et al.* (1998) en poblaciones de venado cola blanca que durante la temporada de caza evitaron áreas intervenidas, o hábitats abiertos y seleccionaron sitios con vegetación madura y cobertura arbustiva densa. En el área de estudio, la caza furtiva del venado puede ser un factor adicional que influya en la selección del matorral subtropical, así de algunos sitios de bosque de encino con crecimientos arbustivos secundarios por encima de los 4 m de altura promedio.

La importancia de *Eysenhardtia polystachya* como fuente de alimento para el venado cola blanca ha sido documentada por varios autores (Villalobos 1998, Villarreal 1999, Villarreal Espino-Barros *et al.* 2007). En la Mixteca Poblana, Villarreal Espino-Barros *et al.* (2007) encontró que, entre las especies ramoneadas por el venado cola blanca, las leguminosas constituyen el 20%. Dentro de esta familia, *E. polystachya* es una especie básica en la composición botánica de la dieta, y esta disponible entre los meses de mayo a octubre. Esta especie es particularmente abundante y característica del matorral subtropical en la Sierra del Laurel, y se deduce que debe ser importante como proveedora de alimento y cobertura, ya que los lugareños reconocen que es una especie preferida por el venado cola blanca (Medina 1986, Villalobos 1998). A pesar de ser considerada como una especie de alto valor forrajero, es frecuente que ésta sea afectada por ganaderos locales en su intento por controlar los crecimientos secundarios de gatuño (*Mimosa monancistra* Benth. y *M. aculeaticarpa* Ort.) en sus agostaderos, situación que ocasiona una disminución en la calidad del hábitat para el venado cola blanca. Debe considerarse además que la propagación de *E. polystachya* en el pastizal inducido, contribuiría a incrementar su valor como hábitat del venado.

Otro de los atributos florístico-estructurales que contribuyeron a explicar la selección del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel fue la densidad de árboles

Ipomoea murucoides por hectárea, Esta especie ha sido documentada como una planta proveedora de agua para el venado cola blanca, ya que contiene de manera aproximada 76.25% de agua (Villarreal Espino-Barros y Marín-Fuentes 2005). Esta característica puede ser importante en el matorral subtropical de la Sierra del Laurel, donde hay una baja disponibilidad de agua.

Debido a la alta densidad de *I. murucoides* en el matorral subtropical, es posible que la distancia al agua para altas probabilidades de aprovechamiento, sea mayor en relación con los otros tipos de vegetación. Debe considerarse que en el pastizal inducido, los sitios con densidades de *I. murucoides* por encima de 100 árboles por hectárea y una altura promedio superior a los dos metros, tuvieron una alta probabilidad de aprovechamiento por el venado, lo que sugiere que en este tipo de vegetación, el factor limitativo para el venado es la densidad de *I. murucoides*, especie que se establece en los sitios intervenidos.

Amenazas y factores de presión hacia el hábitat

Siqueiros-Delgado *et al.* (2006) mencionan que el matorral subtropical de la Sierra del Laurel es uno de los tipos de vegetación más afectados por el desarrollo agropecuario, pues ha visto mermada su extensión por cambios de uso de la tierra tales como el establecimiento de huertas de guayaba y, más recientemente, para el cultivo del agave azul. La ganadería es otra de las actividades que también afectan de manera negativa a este tipo de vegetación. Con mucha frecuencia, los ganaderos de la región realizan prácticas de control de ese matorral y afectan la calidad del hábitat del venado cola blanca en la Sierra del Laurel. La erradicación de *Ipomoea murucoides* con herbicidas, con el propósito de evitar sus efectos tóxicos sobre el ganado bovino es muy común en la zona. Se han realizado estudios en los que se considera a *Ipomoea murucoides* como una especie tóxica para el ganado y por eso se procede a su erradicación (González-Alaniz 1997). Durante octubre de 2006, la *Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente* del estado de Aguascalientes documentó un caso en el municipio de Calvillo, en donde se estimó que en más de 100 ha se había talado hasta el 83% de los árboles de *Ipomoea murucoides* y eliminado a todos los arbustos de esta misma especie (Lámina 5.1).



Lámina 5.1. Evidencias de erradicación de *Ipomoea murucoides* en la Sierra del Laurel con aplicación directa de herbicidas El oficial y Biol. Ismael Torres documentando el daño.

En la actualidad, el uso principal de la tierra en el área de estudio, es el pecuario, consistente en sistemas de producción vaca-becerro, de apacentamiento continuo (Medina-Torres 2006). También es frecuente que gran parte de las tierras sean rentadas para apacentar ganado, ya que sus propietarios se encuentran trabajando en los Estados Unidos de Norteamérica, lo que fomenta el descuido, el aprovechamiento excesivo de los recursos naturales y la proliferación de prácticas de gestión inadecuadas (Observación personal). Otras actividades como el desmonte selectivo del matorral subtropical para abrir espacios a la agricultura constituye una amenaza seria para el venado cola blanca, ya que con esto se afecta la estructura vegetal en términos de altura del estrato arbustivo y área basal, que junto con la densidad de *Ipomoea*, son las variables que mejor explicaron la selección del hábitat por la especie.

Una forma de inducir a revalorar el matorral subtropical por parte de los ganaderos y contribuir a una diversificación productiva, es la gestión sustentable de otros recursos naturales (SEMARNAP 1997), por ahora no considerados en la práctica pecuaria tradicional. Uno de los recursos es el aprovechamiento del venado cola blanca, nativo de la zona. Si continúan las prácticas de erradicación de *Ipomoea*, en el matorral subtropical de la Sierra del Laurel por parte de los ganaderos, resulta evidente que habría una disminución importante en la probabilidad de uso del hábitat por el venado, lo cual a su vez sería causa de que se pierda la oportunidad para su conservación y su eventual aprovechamiento sostenido.

En cuanto al método desarrollado en este trabajo, es importante considerar que las variables de uso común en los estudios dasométricos convencionales que se utilizan para la elaboración de los programas de gestión forestal, pueden ser utilizadas exitosamente para evaluar el aprovechamiento del hábitat por el venado u otra especie silvestre de interés. Solo es necesario introducir, en la rutina de muestreo forestal, el registro de indicios y observaciones que denoten la presencia o ausencia de la especie a estudiar.

Conclusiones

Las variables del medio físico que más influyeron en el uso del hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel son: tipo de vegetación, pendiente, altitud y

disponibilidad de agua. Esta última, en términos de distancia a su fuente o reservorio mas cercano, constituye un factor crítico en la probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado, tanto en el pastizal inducido como en el bosque de encino, ya que dicha distancia no deberá ser mayor a 50 y 230 m en pendientes del 28% respectivamente. La distancia mínima al agua podrá incrementarse conforme la pendiente disminuya, de tal forma que en pendientes del 10 al 5%, la distancia deberá ser de 200 a 370 m en el pastizal inducido, y de 450 a 600 en el bosque de encino. Por el contrario, en el matorral subtropical el agua no es un factor limitativo.

Es altamente probable que el venado utilice más el matorral subtropical que los otros tipos de vegetación por la densidad de *Ipomoea murucoides* y *Eysenhardtia polystachya* por hectárea y por la altura media del estrato arbustivo. Las características bióticas que debe reunir un sitio determinado para una probabilidad de uso igual o mayor a 0.5 son, para el matorral subtropical: altura media del estrato arbustivo de 2.0 m, 50 árboles de *Ipomoea murucoides* por ha, y 350 arbustos de *Eysenhardtia polystachya* por ha; en el bosque de encino: estratos arbustivos cuya altura media no sea inferior a 4.2 m; y en el pastizal inducido, una densidad mínima de 100 árboles de *I. murucoides* por hectárea, y una altura media de arbustos por encima de dos m.

Literatura citada

- Bello, J. S. G. and M. Equihua. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *J. Range Manage.* 54:537–545.
- Boulanger, J. G., K G. Poole, J. Gwilliam, G. P. Woods, J. Krebs, and I. Parfitt. 2000. *Winter habitat selection by white-tailed deer in the Pend D'oreille Valley, Southeastern British Columbia.* Columbia Basin Fish & Wildlife Compensation Program. British Columbia. 48 p.
- Christopher, S. D, J. A. Jenks, S. L. Griffin, L. A. Rice, and K. F. Higgins. 2002. White-tailed deer habitats in the central Black Hills. *J. Range Manage.* 55:242-252.
- Depew, J. J. 2004. Habitat selection and movement patterns of cattle and white-tailed deer in a temperate savanna. *Master's thesis.* Texas A&M University. In: <http://handle.tamu.edu/1969.1/2616>

-
-
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2000. *Ley general de vida silvestre*. Publicada en el D.O.F. el 3 de julio de 2000. Archivo digital en formato pdf. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2006. Reglamento de la ley general de vida silvestre. Diario Oficial. 30 de noviembre de 2006. Archivo digital en formato pdf. En: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.
- Gallina, S., P. Corona-Zárate, y J. Bello. 2005. El comportamiento del venado cola blanca en zonas semiáridas del noroeste de México. pp:193-204. En: Sánchez-Cordero V. y R. A. Medellín (eds.) *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología, Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. México, D. F.
- González-Alaniz, M. H. 1997. *Evaluación de los agostaderos de Aguascalientes y su potencial de mejoramiento*. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 65. Gobierno del Estado Aguascalientes, México. 44 p.
- Kilgo, J. C., R. F. Labisky, and D. E. Fritzen. 1998. Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: implications for conservation of the Florida Panther. *Conservation Biology*, 12(6):1359-1364.
- Mandujano, S., S. Gallina, G. Arceo y L. A. Pérez-Jiménez. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 20(2):45-67.
- Manly, B., L. McDonald, and D. Thomas. 1993. *Resource Selection by Animals. Statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall. London. 177 p.
- Medina, F. A. 1986. Programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el estado de Aguascalientes. pp: 62 – 69. En: Roa R. M. A. (ed.) *Curso de Actualización de la División de Estudios de Postgrado de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica*. UNAM-FMVZ. México, D. F.
- Medina-Torres, S. M. 2006. *Delimitación y diagnóstico preliminar de la unidad de manejo forestal regional "Asociación Sierra del Laurel, A.C."*. Informe final para CONAFOR como parte del finiquito del apoyo PROFAS. Calvillo Aguascalientes, México. 60 p.

-
-
- Medina-Torres, S. M., E. García-Moya, M. Márquez-Olivas, H. Vaquera-Huerta, A. Romero, M. Martínez-Menes. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus Couesi*), en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. Aceptado en *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24(3): 00-00.
- Olson, R. 1992. *White-tailed deer habitat requirements and management in Wyoming*. department of renewable resources. College of Agriculture. University of Wyoming. 19 p.
- Ortiz-Martínez T., S. Gallina, M. Briones-Salas y G. González. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus Oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 21(3):65-78.
- SAS. 2007. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive. Cary, North Carolina 27513, USA. En: <http://www.colpos.mx/servicios/sas/windowsxp.htm>.
- SDR. 2007. *Manual para el manejo de venado cola blanca (Odocoileus virginianus mexicanus) en la Mixteca Poblana*. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla. Archivo digital. En: <http://www.sdr.gob.mx>
- Segura, L. W. 1998. Application of the HEP methodology and use of GIS to identify priority sites for the management of white-tailed deer. pp: 127-137. In: Savitsky, G. B. and Lacher Jr., E. T. (eds.). *GIS Methodologies for developing conservation strategies, tropical forest recovery and wildlife management in Costa Rica*. Columbia University Press. New York, N. Y. U.S.A.
- SEMARNAP. 1997. *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural: 1997 – 2000*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, 207 p.
- Siqueiros-Delgado M., G. García-Regalado, y M. de la Cerda-Lemus. 2006. *Selva baja caducifolia o matorral subtropical en el estado de Aguascalientes, México*. Memoria. Contribuciones presentadas en la modalidad de cartel. Congreso Mexicano de Ecología 2006. p 127.

-
-
- Uresk, D. W., T. A., Benzon, K. E. Severson, and L. Benkobi. 1999. Characteristics of white-tailed deer fawn beds, Black Hills, South Dakota. *Great Basin Naturalist* 59:348-354.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.
- Villarreal Espino-Barros, O. A. y M. M. Marín-Fuentes. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia* 54:191-196.
- Villarreal Espino-Barros O. A., V. R. Guevara, G. F. J. Franco, J. C. Castillo Correo, M. I. Cortes, A. L. E. Campos, C. J. C. Rodríguez y V. G. Guevara. 2007. *Estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca, en la región de la Mixteca Poblana*. XXX Congreso Nacional de Buiatría. Archivo digital. En: www.fmvz.unam.mx/bovinotecnia/BtRgorg001.pdf
- Villalobos, S. V. 1998. *El venado cola blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes*. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 89. Gobierno del Estado de Aguascalientes, México. 73 p.
- Wayne, R. K. 2001. Effect of scale on habitat selection of female white-tailed deer in the Central Black Hills, South Dakota and Wyoming. *PhD Dissertation*. South Dakota State University. 232 p.

CAPITULO VI. DELIMITACION DE UNIDADES DE HABITAT DE VENADO COLA BLANCA EN LA SIERRA DEL LAUREL

Resumen

La integración de la metodología de los índices de aptitud de hábitat a la tecnología de los sistemas de información geográfica, pone al alcance de las autoridades responsables de la gestión de la vida silvestre, poderosas herramientas que les faciliten en la toma de decisiones para el fomento y aprovechamiento de algunas especies de fauna silvestre de interés económico y para la conservación de aquellas especies que representan algún aspecto ecológico, cultural o emblemático importante en unidades biogeográficas definidas. Sin embargo, en México existe poco desarrollo sobre el diseño, construcción y operación de tales herramientas, las que de estar a su alcance, proporcionarían una mayor certidumbre en cuanto a la sostenibilidad del aprovechamiento. En este trabajo, se presenta un prototipo novedoso, que integró los estudios poblacionales del venado en Sierra del Laurel y los modelos logísticos de selección de hábitat, a la metodología de los índices de aptitud de hábitat (IAH) y los sistemas de información geográfica, para delimitar unidades de hábitat con diferente potencial de aprovechamiento. Éste se estimó entre 13 y 20 venados machos adultos en un área de 145.77 km², para una tasa de aprovechamiento entre 0.09 y 0.14 venados por km². El 85% del potencial de aprovechamiento se localizó en el matorral subtropical, que presentó los valores más altos de IAH. Las unidades de hábitat que presentaron menor potencial estuvieron en el pastizal inducido. No obstante, se encontró que con acciones de mejoramiento de hábitat sobre este tipo de vegetación, puede incrementarse la calidad para el venado cola blanca, así como su potencial de aprovechamiento. La validación preliminar del modelo obtenido, demostró una correlación positiva significativa ($r_s = 0.73$, $p < 0.01$) entre la densidad de venados y los valores del IAH, lo que demostró su confiabilidad. La posibilidad de generar y manejar mapas digitales de densidad de venados en un sistema de información geográfica, permite identificar las áreas específicas en donde el aprovechamiento es posible, o aquellas susceptibles de ser recuperadas para incrementar su capacidad de sostenimiento, y con ello el potencial de aprovechamiento del venado.

Palabras clave: Venado cola blanca de coues, *Odocoileus virginianus couesi*, unidades de hábitat, índices de aptitud de hábitat, potencial de extracción, Sierra del Laurel, Aguascalientes.

Abstract

The integration of the Habitat Suitability Index (HSI) to the technology of Geographic Information Systems puts within reach of the authorities responsible for protecting and conserving wildlife, powerful tools to assist them in making decisions about management of species of wildlife game, or to facilitate the conservation of those who are at any risk category at defined biogeographical units. However in Mexico there is little development on the design, construction and operation of such tools, which would provide greater certainty regarding the sustainability of wildlife game, or the preservation of those species representing some aspect ecological, cultural or symbolic importance. In this work a novel prototype is advance, which integrates population studies of white-tailed deer carried out during the dry season of 2006 in the Sierra del Laurel and logistic models which explained the selection of their habitat, the methodology of the habitat suitability index (HSI) and geographic information systems, refining units habitat of white-tailed deer with different potential for utilization. The potential for extractive use of white-tailed deer in the study area was estimated between 13 and 20 deer adult males in an area of 145.77 km², for a harvest rate between 0.09 and 0.14 deer per km². 85% of the potential use was located in the subtropical shrub, which presented the highest values of HSI. The units of habitat that had less potential for harvest of deer were in the induced pasture. However, it was found that with for habitat development and improves on this type of vegetation may increase the quality of habitat for white-tailed deer, as well as their potential for harvesting. The preliminary validation of the model showed a significant positive correlation ($r_s = 0.73$, $p < 0.01$) between the density of deer and values of HSI, which demonstrated its reliability. The ability to generate and manage digital maps of deer density in a geographic information system, identifies specific areas where harvesting is possible, or those capable of being recovered to increase its carrying capacity and thus the potential for use of deer.

Keywords: Coues, White tailed deer, *Odocoileus virginianus couesi*, units of habitat, habitat suitability index, potential extraction, Sierra del Laurel, Aguascalientes.

Introducción

En México, la toma de decisiones sobre el número de ejemplares de venado cola blanca que es posible aprovechar en una región y tiempo determinados, se basa principalmente en el conocimiento de sus poblaciones, generado a partir de estimaciones que los interesados en su aprovechamiento deben realizar, tal y como se establece en el marco jurídico vigente (DOF 2000, DOF 2006). Sin embargo, en la práctica es una realidad que en la mayoría de los casos, esas estimaciones son sesgadas a conveniencia de quienes han hecho de la cacería del venado cola blanca un negocio y que la autoridad reguladora acepta de buena fe como confiables.

La necesidad de generar información confiable de ámbito regional para gestionar y conservar alguna subespecie de venado en su área de distribución, ha sido planteada con claridad por Mandujano (2004) y, afortunadamente, se han venido realizando algunas investigaciones sobre estudios poblacionales y evaluaciones de hábitat, que con apego al rigor científico, proveen de información confiable para justificar aprovechamientos, o incluso recomendar vedas temporales (López-Téllez *et al.* 2007).

El uso de los Procedimientos de Evaluación del Hábitat (HEP, por sus siglas en inglés) (U.S. Fish and Wildlife Service 1980) y de los Índices de Aptitud del Hábitat (HSI, por sus siglas en inglés) (U.S. Fish and Wildlife Service 1981), como herramientas de apoyo en los programas regionales de gestión del venado cola blanca en México ha sido extremadamente limitadas y, generalmente, involucra la utilización de modelos importados, cuyos supuestos no necesariamente son válidos para las condiciones biofísicas en donde se les aplica. La hipótesis básica en estas metodologías, es que existe una relación directa y lineal, entre el HSI y la capacidad de sostenimiento del hábitat (U.S. Fish and Wildlife Service 1981), de tal manera que si su condición es evaluada mediante índices, es posible inferir la capacidad de sostenimiento y la condición de la fauna asociada a dicho hábitat. El análisis tipo HSI puede generalizarse a grupos de especies (claves, indicadoras, de cadena trófica, en nichos, etc.) usando la metodología HEP (U.S. Fish and Wildlife Service 1980) para

considerar el aprovechamiento múltiple del pastizal o para ecosistemas relacionados a la fauna silvestre (Short 1984, Shroeder 1986). La integración de la tecnología de los Sistemas de Información y Percepción Remota (SIG-PR) y las metodologías HSI-HEP, ha generado una herramienta flexible para la toma de decisiones en la gestión sustentable de la fauna y los recursos naturales (Rushton *et al.* 1997, Segura 1998) y permanece como una opción mas a considerar en las ciencias de la conservación en México.

Otro elemento valioso a considerar y que puede ser utilizado exitosamente, tiene que ver con el campo de la teoría de selección de recursos (Manly *et al.* 1993, Medina-Torres *et al.* 2007). Existe ya un considerable desarrollo de métodos y enfoques para identificar aquellos atributos del hábitat que influyen en su posible selección o rechazo por una determinada especie de fauna, entre los que destacan las técnicas de regresión logística (Manly *et al.* 1993, Mysterud y Ander 1998, Wayne 2001, Moore *et al.* 2003, Morrison *et al.* 2003, Félix 2007), cuya principal fortaleza, radica en que sus resultados son una función de probabilidad cuya escala de valores (0.0 a 1.0) es equivalente a un índice de aptitud del hábitat y, por lo tanto, análogos al concepto HSI (U.S. Fish and Wildlife Service 1981), y que además pueden utilizar la información derivada de estudios poblacionales y evaluaciones de hábitat que ya son rutina en la gestión del venado cola blanca. Una ventaja adicional que ofrece la utilización de estas técnicas, es que proporciona una base robusta y confiable en la generación de índices de hábitat para casos particulares en un contexto regional, con lo que se rompe la dependencia de índices de aptitud de hábitat importados y se disminuye el grado de incertidumbre que trae consigo su uso.

Existen algunos ejemplos sobre la capacidad de los modelos de regresión logística, para proveer de procedimientos de cálculo que pueden utilizarse en operaciones de algebra de mapas en Sistemas de Información Geográfica, y con ello hacer posible la generación de mapas de probabilidad de aprovechamiento del hábitat por alguna especie silvestre de interés (Wayne 2001), lo cual ha sido constatado en ésta investigación, demostrando así la pertinencia de las técnicas de regresión logística como la base para generar índices de aptitud de hábitat, a partir de la relación que hay

entre su utilización por la especie de interés (venado cola blanca), y los atributos biofísicos que le son propios.

Sin embargo, hay poco desarrollo en lo que bien pudiera ser el siguiente paso en la integración de los estudios poblacionales, las evaluaciones de hábitat, los estudios de selección de recursos y la creación de mapas de probabilidad de uso de hábitat, en un sistema que asista a la autoridad ambiental de México en la toma de decisiones, sobre el aprovechamiento de la fauna silvestre. Aun más, los mapas que genere un sistema como este, tendrían la particularidad de ser actualizables en tiempo real, mediante la tecnología de los sensores remotos, ya que permitiría incorporar variables tan dinámicas como la producción de biomasa, a partir de índices de vegetación. Con esto, se tendría la posibilidad de generar mapas de la capacidad de sostenimiento a escala regional, lo que sería una valiosa herramienta en la gestión del aprovechamiento múltiple del hábitat bajo sistemas combinados de ganadería tradicional y fauna silvestre.

Ese concepto innovador considera la delimitación de unidades de hábitat, para dar origen a lo que bien pudiera ser un atlas del potencial de aprovechamiento de una especie cinegética a escala regional; un mapa que contenga la distribución espacial del hábitat crítico para una especie amenazada o en peligro de extinción, o bien la base para un programa de seguros catastróficos para fauna silvestre, contra contingencias climáticas.

De hecho, en la propia legislación ambiental mexicana se considera el uso de este tipo de instrumentos para proteger el ambiente y garantizar la reparación de eventuales daños o impactos al mismo. En referencia a la evaluación del impacto ambiental (sin duda uno de los campos que más requieren de seguros o fianzas), éste se define como el compromiso que hace un usuario con la sociedad para garantizar el aprovechamiento sustentable de los bienes o servicios ambientales cuyo usufructo solicita a la autoridad ambiental. Así, por ejemplo, es un requisito demostrar que los aprovechamientos que un proyecto dado pueda generar, estén por debajo de las tasas de renovación del recurso cuyo aprovechamiento se pretende realizar (Rodríguez Castelan 2003). Aún cuando en la propia *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA Art. 22) se hace referencia a estos instrumentos

(seguros y fianzas) como herramientas de protección ambiental, en la práctica y hasta la fecha, la autoridad ambiental no ha exigido a ningún usufructuario de la vida silvestre, el que cuente con un seguro o fianza que cubra los posibles riesgos inherentes a su gestión y explotación, lo que de alguna manera debe considerarse como un grave problema cuya remediación debe ocupar a las autoridades ambientales del país en el futuro inmediato.

Existen ejemplos operacionales que consideran la integración de estas herramientas y metodologías en plataformas SIG-PR. Uno de ellos consiste en un esquema operativo de seguro ganadero paramétrico satelital (GRENASER 2005, AGROASEMEX 2006, Paz *et al.* 2006), en el cual el uso de sensores remotos en los seguros paramétricos es lo más cercano a los seguros convencionales, donde la respuesta real de la vegetación es observada a través de índices de vegetación espectrales, de tal forma que los datos satelitales sean equivalentes a datos de medición de la producción de los agostaderos (Paz 2005), o en este caso, a la producción esperada de una población de venados en términos de aprovechamiento cinegético.

Por ello y como una propuesta prototipo, en este trabajo se hace la integración de los estudios poblacionales, evaluaciones de hábitat, análisis de selección de hábitat y mapas de probabilidad de aprovechamiento, en una zonificación de la Sierra del Laurel, en términos de su abundancia, estableciendo como hipótesis que existe una relación lineal positiva entre la densidad poblacional del venado cola blanca por tipo de vegetación, y la probabilidad de aprovechamiento del hábitat derivada del modelo logístico, a partir del tipo de comunidad vegetal y sus atributos bióticos, la disponibilidad de agua, la pendiente y la altitud del sitio.

No obstante, es necesario considerar que esta propuesta aun adolece de falta de información que le permita ser actualizada en tiempo real, pues por ahora no pasa de ser el reflejo de un instante de la realidad, acotada al tiempo en que se realizó esta investigación. Sin embargo, la posibilidad de analizar el aprovechamiento del hábitat a través del año, y utilizar información espectral de sensores remotos disponibles mediante índices de vegetación, así como registros climáticos, permiten incorporar variables dinámicas a los modelos generados y, eventualmente, realizar predicciones

sobre el comportamiento poblacional del venado cola blanca en función a la capacidad de sostenimiento de su hábitat natural.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio ha sido descrita en el capítulo III de esta tesis.

Índice de aptitud de hábitat y su mapa digital

Para relacionar la probabilidad de aprovechamiento del hábitat por el venado cola blanca a su abundancia, se establecieron tres supuestos básicos, tomando como fundamento la metodología del índice de aptitud de hábitat (U.S. Fish and Wildlife Service 1981):

- a) La probabilidad de uso del hábitat asume el valor de un índice de aptitud de hábitat dado que sus escalas de medición son idénticas.
- b) El índice de aptitud de hábitat tiene una relación lineal positiva con su capacidad de sostenimiento.
- c) La densidad del venado cola blanca, a su vez, tiene una relación lineal positiva con la capacidad de sostenimiento de su hábitat y, por lo tanto, con su índice de aptitud de hábitat.

El índice de aptitud del hábitat (IAH) para el venado cola blanca de la Sierra del Laurel, fue obtenido de los modelos logísticos desarrollados en el capítulo IV de esta tesis (Medina-Torres *et al.* En prensa). Para ello, se obtuvieron la media (μ) y la desviación estándar (σ) de la probabilidad de aprovechamiento de hábitat, desde el mapa derivado del Modelo 1, utilizando la instrucción EXTRACT (programa Idrisi Kilimanjaro ®), para obtener la mínima y la máxima probabilidad ($\mu \pm \sigma$) de aprovechamiento por tipo de vegetación. Los mismos valores fueron obtenidos para el Modelo 2, a partir de los valores de probabilidad calculados para cada punto de muestreo durante el desarrollo de este modelo. En seguida, se obtuvo un promedio entre los valores de probabilidad de aprovechamiento de hábitat de los dos modelos, para cada tipo de vegetación, de acuerdo con la Ecuación (6.1)

$$IAH = \left[\left(\frac{\exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i X_i\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^4 \beta_i X_i\right)} \right) + \left(\frac{\exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i\right)} \right) \right] / 2 \quad (6.1)$$

donde IAH = índice de aptitud de hábitat, MOD_1 = modelo logístico dependiente del tipo de vegetación, distancia al agua, pendiente y altitud del sitio, y MOD_2 = modelo logístico dependiente de la altura media de arbustos, de la densidad *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult. y de *Eysenhardtia polystachya* Ortega Sarg. por hectárea (Medina-Torres *et al.* En prensa).

Una vez definidos los valores mínimos y máximos del IAH ($\mu \pm \sigma$) por tipo de vegetación, se supuso una relación lineal entre la probabilidad de aprovechamiento derivada del modelo 1, y el valor del IAH con origen en 0 y $R^2 \approx 1$. Con la Ecuación de regresión resultante, y una operación de algebra de mapas (instrucción IMAGE CALCULATOR, programa Idrisi Kilimanjaro ®), se generó el mapa del IAH en formato raster.

Mapa digital de densidad de venados

Debido a que la densidad de venados presentó variaciones en función del tipo de hábitat, con el procedimiento anterior se obtuvo el mapa de abundancia de venados por cada tipo de vegetación, suponiendo una relación lineal positiva entre el IAH con la densidad de venados por km² correspondiente, también con origen en 0 y $R^2 \approx 1$. Una operación de sobreposición de imágenes (instrucción IMAGE CALCULATOR, programa Idrisi Kilimanjaro ®) permitió integrar las tres imágenes en una sola, lo que generó un mapa digital de la abundancia de venados en el área de estudio, en el cual el valor de cada píxel correspondió a una determinada densidad de venados por km².

Delimitación de las unidades de hábitat

A continuación, se hizo una reclasificación de la imagen anterior (instrucción RECLASS, programa Idrisi Kilimanjaro ®), para generar un mapa con cuatro categorías de densidad; uno (0 a 3 venados por km²), dos (3 a 6 venados), tres (6 a 10 venados),

y cuatro (10 o más venados). La operación de tabulación cruzada (instrucción CROSTAB, programa Idrisi Kilimanjaro ®), entre los tipos de vegetación y las clases de densidad, resultó en un mapa digital con las unidades de hábitat de la Sierra del Laurel, definidas por el tipo de vegetación y la categoría de abundancia predicha, con base en el IAH. Finalmente, algunas operaciones de extracción de estadísticos (instrucción EXTRACT, programa IDRIS Kilimanjaro ®), hicieron posible cuantificar los parámetros estadísticos de la pendiente y la distancia al agua, por cada tipo de unidad, para su mejor caracterización, y con ello hacer comparaciones de interés entre las unidades de hábitat, para explorar posibilidades de recuperación en unidades de hábitat con baja población de venados.

Determinación de una tasa de aprovechamiento hipotética

Con los resultados del estudio poblacional en cuanto a su estructura por tipo de vegetación (relación de sexos y clases de edad), obtenidos en el capítulo III de esta tesis, se determinó el número de venados machos adultos que sería posible aprovechar de cada unidad de hábitat, considerando la media y la desviación estándar de la densidad poblacional predicha por el modelo, para cada unidad. Se consideró un aprovechamiento del 20% de la población estimada de machos adultos (Villarreal 1999).

Validación preliminar del IAH

Para validar los modelos generados y el IAH resultante, se probó la hipótesis de que existe una correlación positiva significativa entre el HSI y la densidad de grupos fecales por parcela, y venados por km². Para ello, se utilizó un análisis de correlación de Spearman (SAS ® 2007), en donde las repeticiones fueron los 24 transectos utilizados para la evaluación del hábitat desarrollada en el capítulo III de esta tesis.

Resultados

El mapa del índice de aptitud de hábitat (IAH) para la Sierra del Laurel se muestra en la Figura 6.1. Derivado de este mapa, se obtuvo el mapa de densidad de venados por km² (Figura 6.2). La máxima densidad de venados predicha a partir de la probabilidad

de uso de hábitat, fue de 29.92 individuos por km². La reclasificación del mapa anterior en las cuatro clases de abundancia consideradas, permitió conocer que la mayor abundancia de venados (densidades por encima del promedio regional), habita el 35% del área de estudio, mientras que el 54% de ésta, tiene densidades inferiores a seis venados por km². Solo en el 11% de la Sierra del Laurel, es posible una densidad moderada entre seis y 10 venados por km² (Cuadro 6.1). La distribución espacial de las categorías de abundancia se muestra en la Figura 6.3

Cuadro 6.1. Superficie por categoría de abundancia de venado de Coues en la Sierra del Laurel.

Categoría	Venados por km ²	Superficie (km ²)	%
1	< 3	46.31	32
2	3 a 6	32.52	22
3	6 a 10	16.15	11
4	> 10	50.78	35
Total		140.96	100

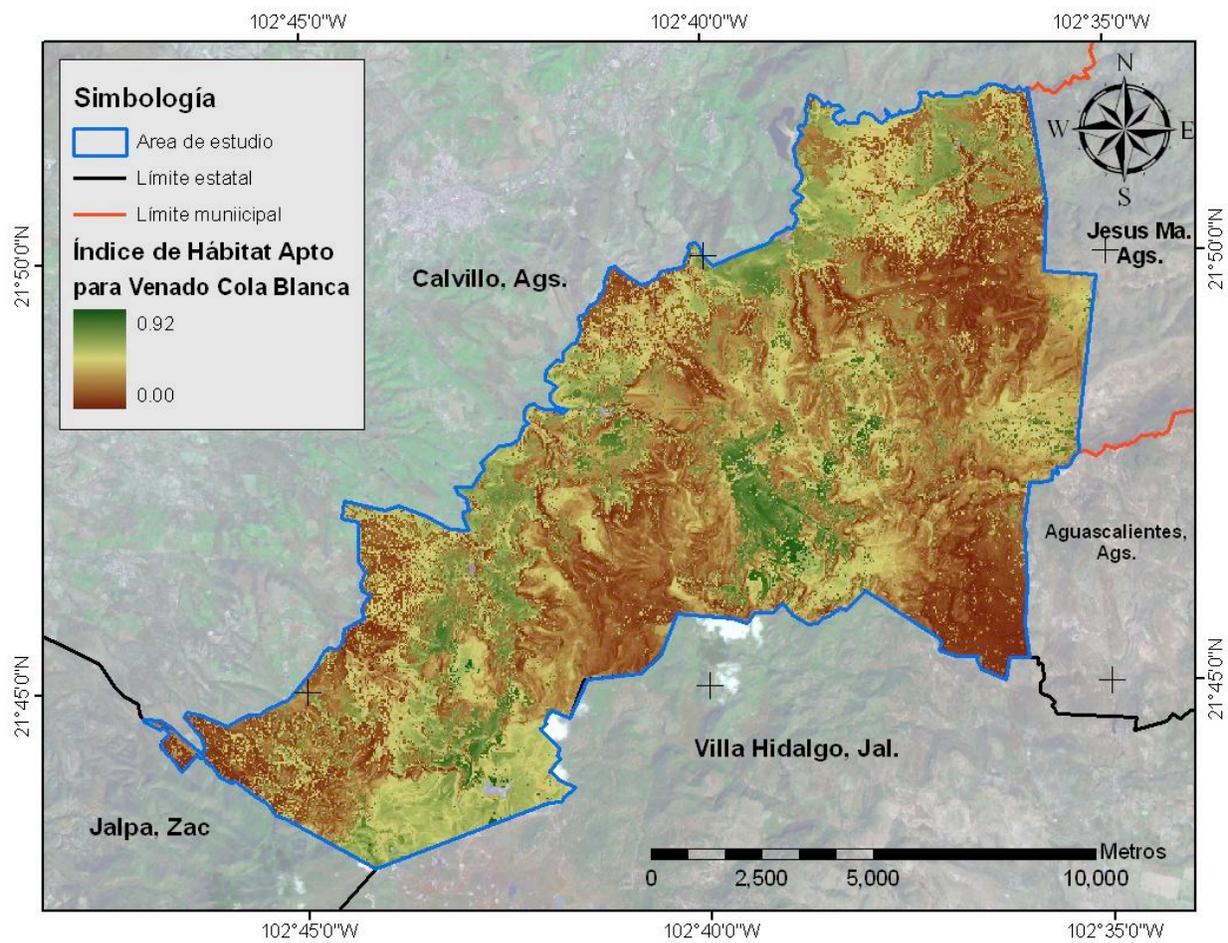


Figura 6.1. Mapa del índice de Aptitud de Hábitat (IAH) para venado cola blanca en Sierra del Laurel.

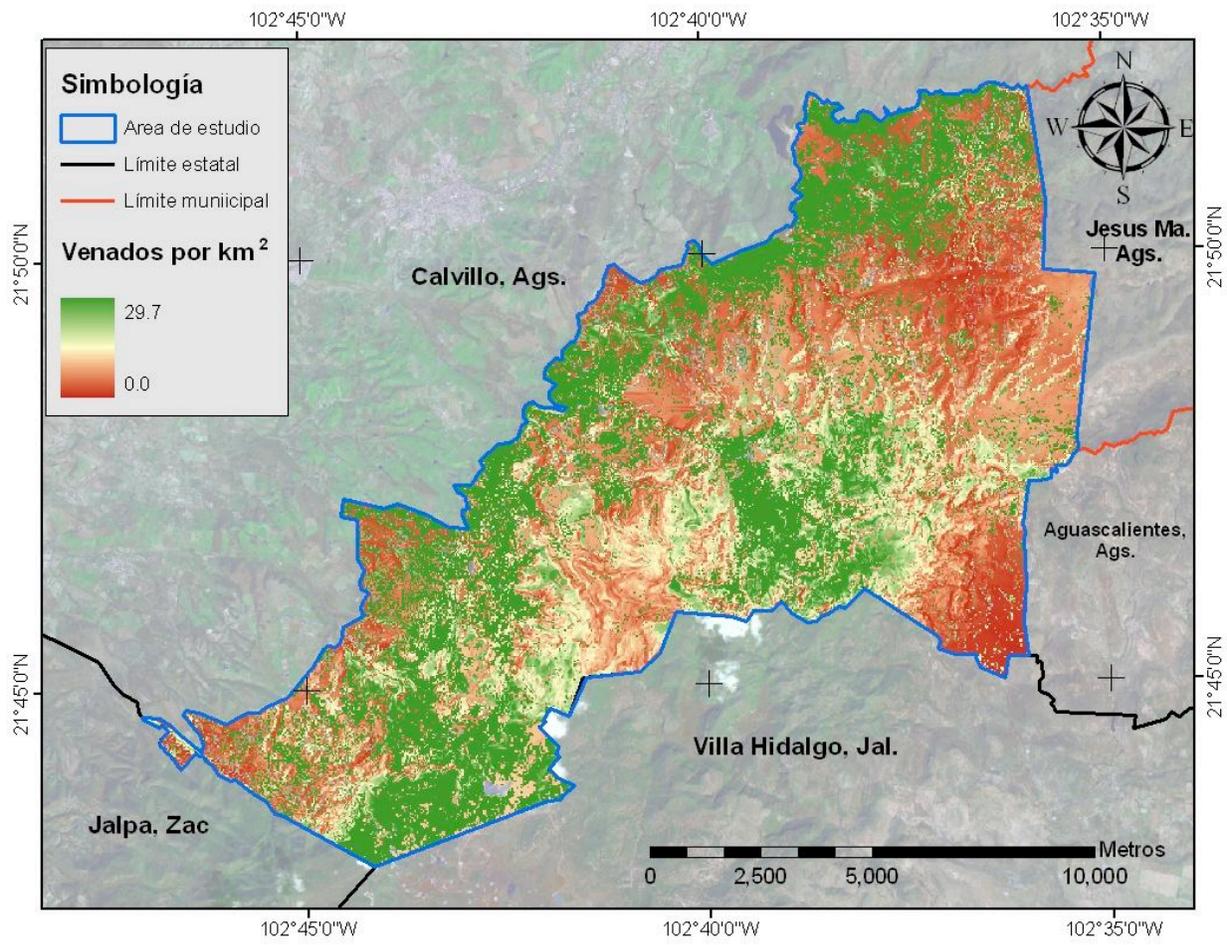


Figura 6.2. Mapa de la densidad predicha de venados por km² en Sierra del Laurel

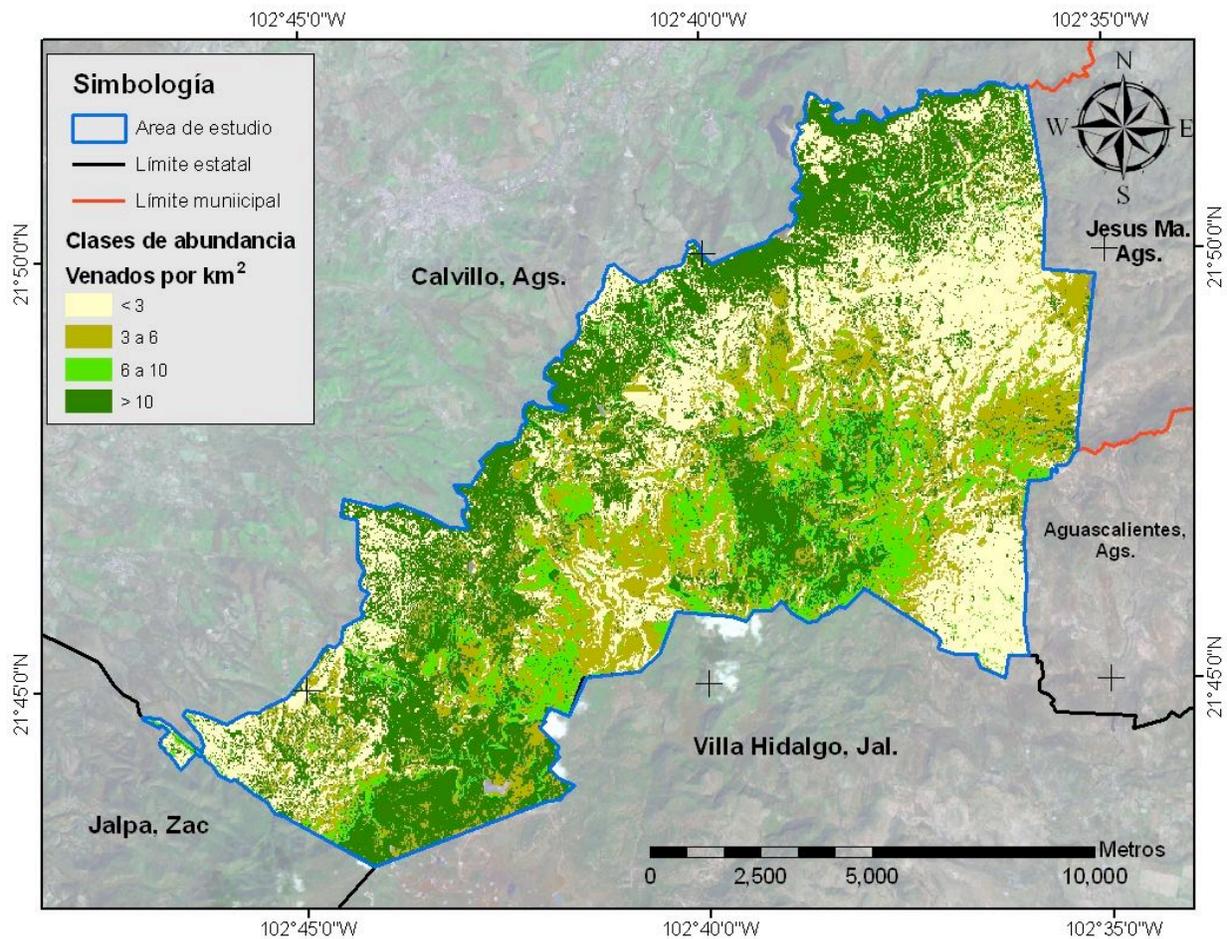


Figura 6.3. Distribución de las clases de densidad de venados por km² en Sierra del Laurel.

La tabulación cruzada entre las categorías de abundancia de venados con los tipos de vegetación, resultó en nueve unidades de hábitat, cuya distribución espacial se presenta en la Figura 6.4. El 81% de la población total estimada de venados (1,032 ± 213 individuos) se concentra en el 45% de la Sierra del Laurel, sobre el 95% del matorral y el 37% del bosque de encino. En contraste, el 17% de la población estimada (218 ± 58 individuos) se distribuye sobre el 54% del área de estudio, principalmente en el pastizal inducido (29%), seguido de los bosques de encino (25%) (Cuadro 6.2). Las unidades de hábitat presentaron variaciones en función de su pendiente y disponibilidad de agua. La unidad nueve del pastizal inducido presentó una pendiente promedio por debajo del 30%, y una distancia al agua de 174 a 1,054 m. En cambio, la

unidad ocho presentó una pendiente promedio mayor al 30% y una distancia al agua de $1,475.39 \pm 894.56$ m. Ambas unidades fueron ligeramente semejantes en pendiente y disponibilidad de agua, a las áreas de matorral subtropical con mayor densidad de venados, aunque con profundas diferencias en cuanto a sus características bióticas. Las unidades 1 y 2 (bosque de encino), tuvieron distancias al agua mayores ($1,875.70 \pm 844.69$ y $1,537.00 \pm 808.47$ respectivamente), asociadas a pendientes promedio mayores al 30%. Todas las unidades de hábitat dentro del matorral subtropical tuvieron distancias promedio al agua mayores de 972 m y pendientes por encima del 30% (Cuadro 6.3).

Cuadro 6.2. Unidades de hábitat de Sierra del Laurel y población estimada de venado.

Unidades de Hábitat (vegetación / abundancia venados)						Venados por km ²		Población estimada de venados			
No. de unidad	Tipo de Vegetación	Clases de abundancia (venados / km ²)	km ²	% Total	% tipo veg.	μ	σ	Total	σ	% Total	% tipo veg.
1	Bosque de Encino	< 3	15.41	10.57	26.24	1.97	0.68	30	10	2.4	18.3
2		3 a 6	21.52	14.76	36.64	4.41	0.85	95	18	7.5	32.1
3		6 a 10	14.25	9.78	24.27	7.62	1.11	109	16	8.6	27.6
4		> 10	7.55	5.18	12.85	12.57	1.67	95	13	7.5	22.0
5	Matorral subtropical	3 a 6	0.28	0.19	0.61	4.97	0.77	1	0	0.1	0.1
6		6 a 10	1.89	1.30	4.17	8.40	1.09	16	2	1.3	1.1
7		> 10	43.24	29.67	95.22	19.16	4.27	828	185	65.4	98.8
8	Pastizal Inducido	< 3	30.89	21.19	74.22	1.71	0.72	53	22	4.2	77.6
9		3 a 6	10.73	7.36	25.78	3.72	0.60	40	6	3.2	22.4

μ = media, σ = desviación estándar

Cuadro 6.3. Disponibilidad de agua y pendiente del terreno por unidad de hábitat.

No. de unidad	Porcentaje (%)		distancia al agua (m)				Pendiente (%)			
	hábitat	venados	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$	μ	σ	$\mu - \sigma$	$\mu + \sigma$
1	10.57	2.39	1,875.70	844.69	1,031	2,720	58.84	27.76	31	87
2	14.76	7.48	1,537.00	808.47	729	2,345	41.86	18.69	23	61
3	9.78	8.58	1,158.18	662.66	496	1,821	31.78	16.26	16	48
4	5.18	7.49	679.24	427.18	252	1,106	21.07	12.57	8	34
5	0.19	0.11	1,831.94	1,077.52	754	2,909	92.36	31.90	60	124
6	1.30	1.25	1,709.34	820.53	889	2,530	64.34	25.14	39	89
7	29.67	65.38	972.09	564.34	408	1,536	30.43	19.16	11	50
8	21.19	4.16	1,475.39	894.56	581	2,370	32.24	20.30	12	53
9	7.36	3.15	613.74	439.82	174	1,054	17.53	12.00	6	30

μ = media, σ = desviación estándar

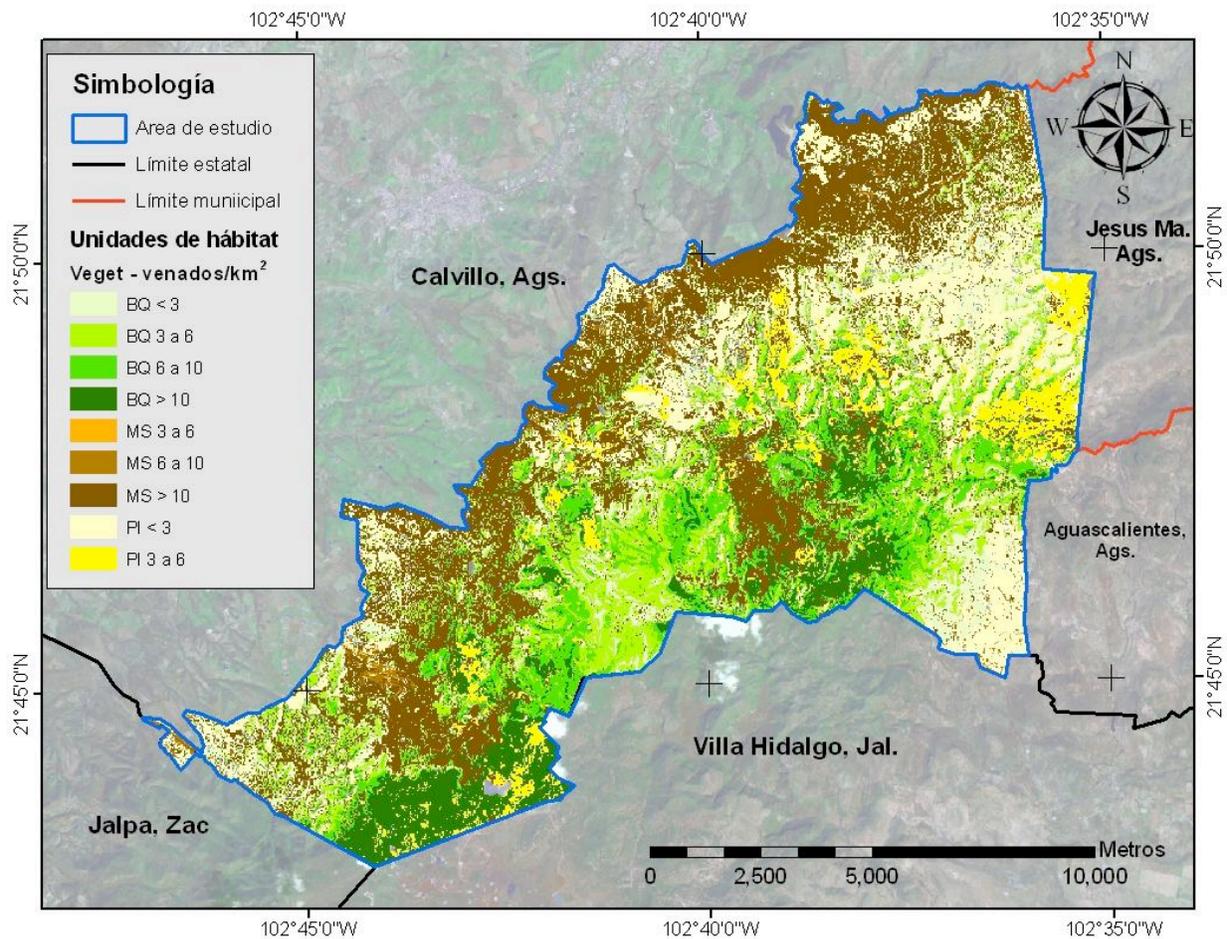


Figura 6.4. Unidades de hábitat del venado cola blanca en la Sierra del Laurel.

Del análisis de la caracterización física de las unidades de hábitat, se encontraron semejanzas de la pendiente promedio (30% aproximadamente), entre las unidades ocho (pastizal inducido) y siete (matorral subtropical), aunque la distancia al agua de esta última es aproximadamente 1.5 veces menor que en la unidad ocho. En contraste, se encontró que la unidad nueve del pastizal inducido, presenta pendientes menores al 30% y distancias al agua promedio por debajo de los 972 m de la unidad siete. La distribución espacial del pastizal inducido, confirmó que en su mayor parte éste se conecta con sitios de la unidad siete del matorral subtropical. Considerando el criterio ampliamente aceptado de que sitios con pendientes inferiores al 30% son seleccionados por el venado cola blanca, y utilizando las herramientas del programa Idrisi Kilimanjaro®, se procedió entonces a seleccionar los sitios de las unidades ocho

y nueve, que tuvieran pendientes inferiores al 30%. El resultado se muestra en el Cuadro 6.4 y la Figura 6.5.

Cuadro 6.4. Superficie del pastizal inducido susceptible de recuperación sobre sitios con pendientes inferiores al 30%.

Unidad	Superficie (km ²)	% de la unidad
8	16.66	53.95
9	9.24	86.11

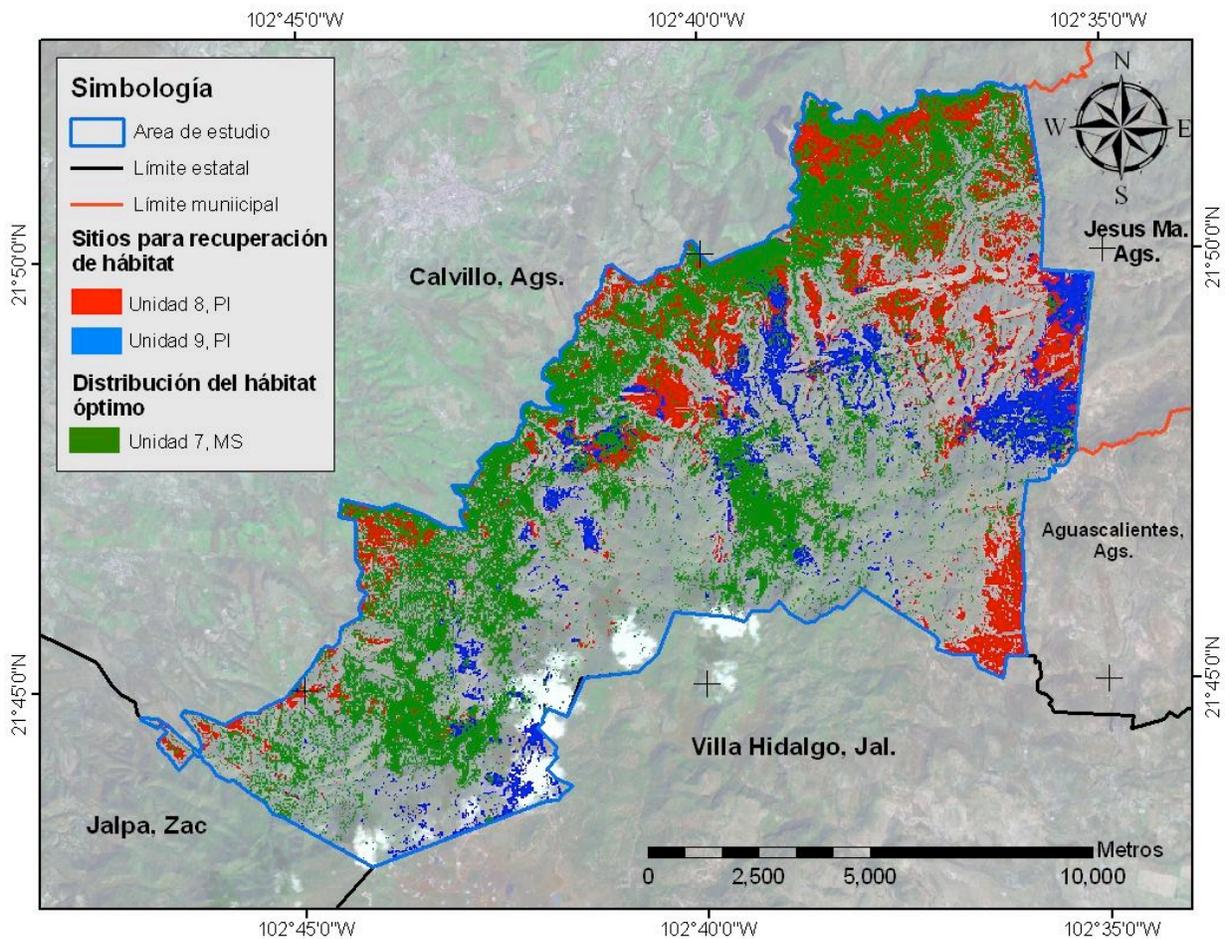


Figura 6.5. Sitios propuestos para el mejoramiento del hábitat en Sierra del Laurel.

El potencial de aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en la Sierra del Laurel, suponiendo un aprovechamiento del 20% de la población de venados machos

adultos, osciló entre 13 y 20 ejemplares, de los cuales el 85% son producidos por la unidad siete del matorral subtropical y el resto por el pastizal inducido. El bosque de encino (40% del área de estudio), no presentó potencial de aprovechamiento (Cuadro 6.5).

Cuadro 6.5. Potencial de aprovechamiento cinegético del venado de Coues en la Sierra del Laurel por unidad de hábitat.

No. de unidad	km ²	*Venados por km ²		Población Total		Total adultos		Total machos		Machos a aprovechar (20%)	
		μ	σ	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	15.41	1.97	0.68	20	41	1	2	0	1	0	0
2	21.52	4.41	0.85	76	113	5	7	1	2	0	0
3	14.25	7.62	1.11	93	124	6	7	1	2	0	0
4	7.55	12.57	1.67	82	107	5	6	1	2	0	0
5	0.28	4.97	0.77	1	2	0	1	0	0	0	0
6	1.89	8.40	1.09	14	18	5	6	1	1	0	0
7	43.24	19.16	4.27	644	1013	212	334	53	84	11	17
8	30.89	1.71	0.72	30	75	13	32	3	8	1	2
9	10.73	3.72	0.60	34	46	14	20	4	5	1	1
Total	145.75		Totales	994	1539	261	415	64	105	13	20

* = densidad de venados predicha por el modelo IAHI, μ = media, σ = desviación estándar. Min = valor mínimo, Max = valor máximo.

La validación preliminar del modelo del hábitat de venado para la Sierra del Laurel, presentó una correlación positiva altamente significativa ($r_s = 0.73$, $g\ l = 24$, $p < 0.01$), entre el número promedio de grupos fecales por parcela y la densidad de venados por km², con el Índice de Aptitud del Hábitat (IAH) (Anexo E).

Discusión

De las unidades delimitadas, es evidente que las que contienen la mayor parte de la población de venados, son la siete (matorral subtropical), seguida de las unidades tres y cuatro pertenecientes al bosque de encino. Sin embargo, es de llamar la atención que las unidades ocho y nueve del pastizal inducido, tienen sitios con pendientes inferiores al 30%, lo que las convierte en un hábitat potencial apto (Segura *et al.* 1998). De estos sitios, solamente el número ocho presentó distancias al agua promedio por encima de

1,400 metros, lo que esta muy por encima de los 700 a 800 metros recomendado por otros autores, para una calidad de hábitat aceptable (Segura *et al.* 1998, Villarreal 1999, SDR 1993, Bello *et al.* 2001). Aun cuando gran parte de los sitios ubicados en la unidad ocho pueden ser mejorados mediante la construcción de obras de captación de agua, aun persiste la limitación de un estrato arbustivo pobre, lo que sin duda es un factor limitativo para que el venado cola blanca utilice tales sitios. Ya que el pastizal natural se conecta con el resto de las unidades, y en forma particular con el matorral subtropical, la evidencia sugiere que este tipo de vegetación podría convertirse en este último, si prosperara la sucesión vegetal, lo que no sucede debido a que el desmonte y el sobrepastoreo le mantienen en su condición actual (Medina-Torres *et al.* En prensa).

Estos resultados demostraron que existe la factibilidad técnica para recuperar cuando menos el 18% del hábitat del venado cola blanca en la Sierra del Laurel dentro del pastizal inducido, mediante dos acciones fundamentales: el incremento de la cubierta arbustiva favoreciendo el establecimiento de especies del matorral subtropical en el pastizal inducido en las unidades ocho y nueve, y la construcción de obras de captación y almacenaje de agua en la unidad número ocho, para reducir la distancia entre aguajes, de 1,400 a 700 metros, lo que significaría incrementar aproximadamente en dos veces la disponibilidad actual de cuerpos de agua, para incrementar la población estimada de venados en esos sitios, de 93 a 500 individuos aproximadamente.

Pero sin duda, el mayor potencial que ofrece la delimitación de unidades de hábitat generadas a partir de sus índices de aptitud, de los análisis de selección de recursos, de los estudios poblacionales y de su integración mediante la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es la identificación de los sitios con mayor potencial de aprovechamiento del venado cola blanca, a nivel regional. La tasa de aprovechamiento en Sierra del Laurel basada en esta investigación, oscila entre 0.09 y 0.14 venados por km², lo que es inferior a la tasa referida en Sierra Fría, Ags., durante los años de 1979, 1981 y 1985, que fue entre 0.12 y 0.21 venados por km² (Medina-Flores y Medina-Torres 1989).

Lo anterior puede ser explicado por la amplia relación de sexos (tres hembras por macho) y el reducido porcentaje de adultos en la población de la Sierra del Laurel (6%

en bosque de encino, 33% en matorral subtropical y 43% en pastizal inducido), en comparación con lo documentado en Sierra Fría entre 1975 y 1998, donde la relación de sexos estuvo entre 1.2 y 2.5 hembras por macho, y el porcentaje de adultos oscilo entre el 42 y el 85% de la población total (Medina 1986, Romo 1987, Villalobos 1998, Kobelkowsky 2000).

El potencial de aprovechamiento cinegético en Sierra del Laurel, se encuentra muy por debajo de la tasa que actualmente se autoriza en Sierra Fría, y que fue de 0.44 venados por km², durante la temporada de caza 2006 – 2007 (Comun. pers. DGVS/SEMARNAT), aunque en el caso de Sierra Fría, aun no se ha realizado un estudio semejante al realizado en esta investigación, que permita conocer la distribución espacial del potencial de aprovechamiento de sus poblaciones de venado, y es un hecho que la sostenibilidad de dicho aprovechamiento es cuestionable, tal y como ha quedado demostrado en el Capítulo II de esta tesis.

Conclusiones

Aun cuando esta propuesta es un prototipo de zonificación, debe considerarse que adolece de un aspecto fundamental, que es la falta información sobre la disponibilidad de alimento. En vista de que Sierra del Laurel presenta sobrepastoreo, debe considerarse que la capacidad de sostenimiento para el venado podría ser aún menor de lo que en esta investigación se ha supuesto, con base en las estimaciones de la COTECOCA (COTECOCA 1967). Las estimaciones paramétricas de la producción de alimento (GRENASER 2005, AGROASEMEX 2006, Paz 2005, Paz *et al.* 2006), y nuevos paradigmas en la clasificación genérica de la vegetación natural a partir de sensores remotos (Cano 2008), hace posible la incorporación de la disponibilidad de alimento como una variable mas en el modelo que este trabajo ha desarrollado, y sin duda permitirá no sólo resultados mas precisos y confiables, sino que abre la posibilidad de generar mapas de aprovechamiento potencial de venados en tiempo real, además de realizar una mejor gestión en terrenos de pastoreo, al permitir el aprovechamiento combinado de las poblaciones de venado y del hato ganadero, en equilibrio con la capacidad de sostenimiento de su hábitat.

Literatura citada

- AGROASEMEX. 2006. La experiencia Mexicana en el desarrollo y operación de seguros paramétricos orientados a la ganadería. AGROASEMEX, S.A., Querétaro, México, 57 p.
- Bello, J. S. G. and M. Equihua. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *J. Range Manage.* 54:537–545.
- Cano, A. 2008. Alcances y limitaciones de la información espectral multi-angular para la clasificación de la vegetación. *Tesis Doctoral*. Programa en Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 223 p.
- COTECOCA. 1967. Metodología para determinar tipos vegetativos, sitios y productividad de sitios. Publicación No. 8. México, D.F. 84 p.
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2000. *Ley general de vida silvestre*. Publicada en el D.O.F. el 3 de julio de 2000. Archivo digital en formato pdf. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2006. Reglamento de la ley general de vida silvestre. Diario Oficial. 30 de noviembre de 2006. Archivo digital en formato pdf. En: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf
- Felix, A. B., D. P. Walsh, B. D. Hughey, H. Campa III, and S. R. Winterstein. 2007. Applying Landscape-scale habitat-potential models to understand deer spatial structure and movement patterns. *J. Wildl. Manage.* 71(3):804-810.
- GRENASER. 2005. *Desarrollo de un seguro ganadero con base a la tecnología de los sensores remotos*. Grupo de Gestión de Riesgos y Recursos Naturales Asistida por Sensores Remotos. Colegio de Postgraduados. Reporte final para AGROASEMEX. 91 p.
- Kobelkowsky, R. S. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87 p.
- López-Téllez, M. C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(3):1-16.

-
-
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 20(1):211-251.
- Manly, B., L. McDonald and D. Thomas. 1993. *Resource Selection by animals. Statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall. London. 177 p.
- Medina, F. A. 1986. Programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el estado de Aguascalientes. pp: 62 – 69. En: Roa R. M. A. (ed.) *Curso de Actualización de la División de Estudios de Postgrado de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia*. UNAM-FMVZ. México, D. F.
- Medina-Flores, J. y S. Medina-Torres 1989. Avances en materia de protección dentro del programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en Aguascalientes. pp: 135-146. En: Roa-Riol, M. A., Villarreal, G. J. G., y Dietrich, P. U. (eds.). *III Simposio sobre Venados en México*. UANL y UNAM, N.L., México.
- Medina-Torres, S. M., M. Márquez O., y E. García M, 2007. Uso y selección de embalses por el pato mexicano (*Anas diazi*) en la región del llano, Aguascalientes-Jalisco, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 23(2): 163-181.
- Medina-Torres, S. M., E. García-Moya, M. Márquez-Olivas, H. Vaquera-Huerta, A. Romero, M. Martínez-Menes. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus Couesi*), en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. Aceptado en *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24(3): 00-00.
- Moore, W. R., W. L. Myers, W. Gaines, J. Agee, K. Raedeke, and S. Bushnell. 2003 Winter habitat use. pp: 28-52. In: Myers, W.L. (ed.). *Observations of mule deer habitat use, movements, and survival in Chelan*. Washington Department of Fish and Wildlife. Olympia, Washington State
- Morrison, S. F., G. J. Forbes, S. J. Young, and S. Lusk. 2003. Within-yard habitat use by white-tailed deer at varying winter severity. *Forest Ecology and Management* 172:173-182
- Mysterud A. and Anker, I. R. 1998. Functional responses in habitat use: availability influences relative use in trade-off situations. *Ecology* 79:1435-1441.

-
-
- Paz, F., 2005. Elementos para las condiciones generales y la nota técnica del seguro ganadero. Reporte Marzo para AGROASEMEX. Proyecto de desarrollo de un seguro ganadero con base a sensores remotos – primera generación. 31 p.
- Paz, F., E. Palacios, M. Bolaños, A. Cano, A. Zarco, F. Pascual, L. A. Palacios, y M. Martínez. 2006. Design of a country scale livestock insurance in grasslands using AVHRR sensor. pp: 683-685 In: J. A. Sobrino (ed.). *Second Recent Advances in Quantitative Remote Sensing*, Universitat de València, Valencia, Spain.
- Rodríguez-Castelan, C. 2003. Los seguros y fianzas como instrumentos de protección al medio ambiente. El caso mexicano. pp: 157-162. En: García-Vázquez, M., A. Martínez-Cruz y C. Rodríguez-Castelan (eds.). 2003. *Teoría y práctica de los seguros y fianzas ambientales*. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Romo, D. M. 1987. Dinámica de la población del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Sierra de San Blas de Pabellón en el Estado de Aguascalientes, México. *Tesis Profesional*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 108 p.
- Rushton, S.P., P. W. W. Lurz, R. Fuller and P. J. Garson. 1997. Modeling the distribution of the red and grey squirrel at the landscape scale: a combined GIS and population dynamics approach. *Journal of Applied Ecology* 34:1137–1154.
- SAS. 2007. SAS Institute Inc., SAS Campus Drive. Cary, North Carolina 27513, USA. En: <http://www.colpos.mx/servicios/sas/windowsxp.htm>.
- Segura, L. W. 1998. Application of the HEP methodology and use of GIS to identify priority sites for the management of white-tailed deer. pp: 127-137. In: Savitsky, G. B. and Lacher Jr., E. T. (eds.). *GIS Methodologies for developing conservation strategies, tropical forest recovery and wildlife management in Costa Rica*, Columbia University Press. New York, N.Y. U.S.A.
- Short, H.L. 1984. *Habitat suitability index models: The Arizona guild and layers of habitat models*. Report No. FWS/OBS-82/10.70, Western Energy and Land Use Team, Division of Biological Services, Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D.C. 37 p.

-
-
- Shroeder, R.L., 1986, *Habitat suitability index models: wildlife species richness in Shelterbelts*. Report No. FWS/OBS-82/10.70, National Ecology Center, Division of Wildlife and Contaminant Research, Fish and Wildlife Service, U.S. Department of the Interior. Washington, D.C. 17 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1980. *Hábitat Evaluation Procedures (HEP) 102 ESM*. Division of Ecological Services, U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior, Washington, D.C. 130 p.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1981. *Standards for the development of habitat suitability index models. 103 ESM*. Division of Ecological Services, U.S. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior, Washington, D.C. 171 p.
- Villalobos, S. V. 1998. *El Venado Cola Blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes*. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 89. Gobierno del Estado de Aguascalientes, México. 73 p.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado Cola Blanca. Manejo y Aprovechamiento Cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.
- Wayne, R. K. 2001. Effect of scale on habitat selection of female white-tailed deer in the Central Black Hills, South Dakota and Wyoming. *PhD Dissertation*. South Dakota State University. 232 p.

DISCUSION GENERAL

Hasta antes de esta investigación, todo cuanto se sabía del venado cola blanca de Coues en el estado de Aguascalientes, fue producto de trabajos realizados en Sierra Fría. Los primeros aprovechamientos cinegéticos, efectuados entonces bajo la normatividad de la *Ley Federal de Caza*, se basaron en estudios poblacionales realizados por observación directa (Medina 1986, Romo 1987, Villalobos 1998, Kobelkowsky 2000). El incremento en la densidad de venados, fue consistente con el impacto de la vigilancia y el combate a la cacería furtiva que hicieron posible su recuperación, evitando su extinción a nivel regional (Villalobos 1998). No sólo sus poblaciones se incrementaron, sino que hubo entonces un aumento en la supervivencia, así como una tendencia hacia la estabilización de sexos, como debiera corresponder a una población sujeta a veda permanente, en la cual los efectos de cuatro temporadas experimentales de cacería durante más de 20 años de protección y vigilancia constantes, no debieron causar daño considerable. Puede concederse incluso, que la estabilización en la proporción de sexos, fue reflejo de la depredación natural, que contribuyó a mantener ese equilibrio entre machos y hembras.

El incremento en el número de crías por hembra adulta (o por individuo adulto) en la población, pudo ser resultado de la manifestación del potencial biótico de una población de venados, prosperando en un hábitat sano y respondiendo así al efecto de la constante vigilancia, que contribuyó a disminuir la presión de la caza furtiva. Se ha llegado a suponer, que este incremento en la supervivencia del venado, fue resultado de la introducción exitosa del Guajolote Silvestre de Gould (*Meleagris gallipavo mexicana*, Gould, 1856), entre 1993 y 1996 (Márquez-Olivas 2005), ya que este hecho pudo aumentar la disponibilidad de presas para los depredadores naturales del venado.

En contraste, el trabajo científico enfocado a la interacción del venado con su entorno ha sido limitado y más bien descriptivo, y poco se ha hecho para explicar la variación en la abundancia del venado de Coues en Sierra Fría como respuesta a los atributos de su hábitat, ya que solamente se han realizado estudios sobre composición botánica de la dieta del venado, capacidad de sostenimiento del hábitat (Clemente 1984, citado por Kobelkowsky 2000), y evaluaciones de su calidad, basadas en supuestos particulares de modelos importados (Kobelkowsky 2000).

Del mismo modo, existe poco desarrollo en la evaluación indirecta de la calidad del hábitat mediante índices fisiológicos de los venados cazados. Aun cuando la autoridad reguladora (SEMARNAT / DGVS) y los usuarios de la fauna silvestre, persisten en considerar al tamaño poblacional de las especies cinegéticas como el mejor indicador de las condiciones del hábitat, es evidente que han ignorado el valor de los índices fisiológicos como indicadores del estado de salud, nutrición y productividad de una población aprovechada, los que además tienen la capacidad de predecir cambios en la condición del hábitat, mucho antes que los impactos en el mismo se tornen aparentes en términos del tamaño decreciente de la población de venados (Kirkpatrick 1987).

Los índices fisiológicos, particularmente aquellos relacionados con los depósitos de grasa en la cavidad medular de los huesos, han sido exitosamente utilizados como una medida indirecta de la calidad del hábitat, e incluso pueden servir para detectar con anticipación la sobrecarga del mismo. Se considera que la grasa de la médula ósea es la última fuente de grasa que se agota, en aquellos animales que han sufrido una severa y prolongada desnutrición, situación que es típica de hábitats sobrecargados (Kirkpatrick 1987). Otros índices fisiológicos de uso común, son las medidas de las astas, así como las medidas morfométricas y pesos corporales (Kirkpatrick 1987, Villarreal 1999).

Durante las cuatro temporadas de caza en Sierra Fría entre los años 1975 y 1988, se obtuvieron registros de la puntuación de las astas de los venados cazados, así como medidas morfométricas y datos sobre el desarrollo dental para determinar la edad de los ejemplares (Observación personal), aunque poca información sobre el particular fue publicada (Medina-Flores y Medina-Torres 1989). En contraste, durante el desarrollo y operación de las UMA, entre 1998 y el presente, no hay evidencia publicada de trabajos desarrollados sobre el tema. Aún cuando la colección de datos morfométricos e índices fisiológicos por los servicios de Guardabosques es práctica común durante la supervisión de una temporada de caza en países donde la cultura cinegética esta bien desarrollada, e inclusive esta vigente en algunas regiones de México (Villarreal 1999), los dueños de las UMA de Sierra Fría, nunca han permitido a ninguna autoridad este seguimiento, con lo que se ha perdido valiosa información que permitiera un mejor

conocimiento sobre la sustentabilidad del aprovechamiento del venado de Coues en Aguascalientes.

Este vacío de información se hizo mas evidente desde el año 2001, con el arribo a la *Dirección General de Vida Silvestre*, de quien fungió como responsable técnico de dichas UMA entre 1998 y 2000, pues tanto las delegaciones federales de SEMARNAT y PROFEPA en Aguascalientes, como el *Servicio Estatal de Guardabosques* de la entonces *Subsecretaría de Ecología* del Gobierno del Estado, recibieron órdenes de no intervenir en el seguimiento y supervisión de las temporadas de caza del venado en Sierra Fría (Observación personal). Desde entonces, un hermetismo total ha caracterizado la última etapa de la historia de la gestión del venado cola blanca en Aguascalientes y, hasta la fecha, su aprovechamiento persiste sin más sustento que el de los “estudios poblacionales” que cada año, acompañan a las solicitudes de tasa de aprovechamiento.

Es evidente entonces que el vacío más preocupante en el conocimiento sobre la gestión del venado en Aguascalientes, esta dado por la falta de evidencia publicada, que demuestre que las actuales tasas de aprovechamiento de venados en Sierra Fría, son congruentes con su densidad y estructura poblacionales, ya se ha demostrado que la única información disponible, comprende un período entre 1975 y 1998, mientras que el desarrollo de las UMA inició precisamente en el último año del período mencionado.

Aun cuando pudiera argumentarse que la población del venado de Coues es mas abundante en las UMA que lo aprovechan que en el resto de Sierra Fría, como resultado de su gestión, hay evidencia que respalda la hipótesis de un aprovechamiento excesivo que inició desde las primeras cacerías bajo la modalidad de UMA. Irónicamente, el punto de contraste entre la última evaluación poblacional del venado cola blanca documentada en cinco UMA de Sierra Fría durante 1998 (Kobelkowsky 2000), y datos oficiales sobre el número de venados autorizados y cazados en la temporada 1999-2000 en esas mismas UMA, demuestra una evidente aprovechamiento excesivo del venado, cuya inercia perdura hasta el presente.

Es de llamar la atención el número hipotético de venados que pudiera aprovecharse en Sierra del Laurel (13 a 20 venados sobre 145.75 km²), el cual contrasta notablemente con los 51 venados que SEMARNAT/DGVS autorizó en 2007 sobre una

superficie de 116.1 km² (Comun. pers. DGV/S/SEMARNAT), para la temporada 2006-2007, en nueve de las 13 UMA registradas en Sierra Fría.

De acuerdo con las estimaciones de COTECOCA, la zona en donde se han autorizado tales aprovechamientos, se ubican en un sitio de bosque latifoliado esclerófico caducifolio (Bfe94), cuya capacidad de sostenimiento para una precipitación promedio, es de 27.86 ha por UA (3.59 UA por km²), lo que es inferior al coeficiente de agostadero estimado por esa misma instancia para el matorral subtropical (Sitio Ace93, Selva Baja Caducifolia) de la Sierra del Laurel, que es de 7.05 ha / unidad animal (14.2 unidades animal por km²), y es donde precisamente se determinó el mayor potencial de aprovechamiento de venados.

De acuerdo a estos datos, resulta que la productividad del hábitat de Sierra Fría, donde se han estado realizando aprovechamientos de venado cola blanca durante casi una década, es casi cuatro veces inferior a la productividad del matorral subtropical de la Sierra del Laurel. ¿Cómo puede ser posible entonces, que se sigan aprovechando venados de Sierra Fría bajo tales condiciones? ¿Cómo esta la población? ¿Cuál es la condición actual del hábitat?

En esta investigación, se estimó el tamaño que debería tener la población de venados de Sierra Fría, a partir de las tasas de aprovechamiento autorizadas, suponiendo una relación constante de 1.2 hembras por macho (45% de machos), y una relación de 0.78 juveniles por adulto (56% de adultos), situación biológicamente inverosímil, aún con una gestión de sus poblaciones. Lo anterior dio por resultado una densidad entre nueve y 10 venados por km²; es decir, una población que estaría superando unas 2.5 veces la capacidad de sostenimiento de su hábitat.

En el caso de Sierra del Laurel, las estimaciones sugieren que puede existir una sobrecarga del hábitat por el venado, lo cual es consistente con una proporción de sexos tan abierta (25% de machos), y un mayor número de hembras en la población, que producen un mayor número de crías, lo que explica el bajo potencial de aprovechamiento que se encontró, siendo congruente con densidades de población por encima de la capacidad de sostenimiento estimada por COTECOCA.

Bajo un escenario hipotético en Sierra del Laurel, en el cual la relación de sexos fuera equilibrada (50% de machos) y, en consecuencia, el número de crías y juveniles por

adulto descendiera (50% de adultos en la población total), la tasa de aprovechamiento se incrementaría entre 40 y 62 venados, (0.27 a 0.42 venados por km²), lo que plantea algo semejante a lo que actualmente se autoriza en Sierra Fría (0.44 venados por km²).

Clemente (1984, citado por Kobelkowsky 2000), estableció que la capacidad de sostenimiento en Sierra Fría, sería de 24 venados por km², considerando que siete venados equivalen a 1 UA (UDCJ 2008), siempre y cuando el hábitat no sea sujeto al apacentamiento por el ganado doméstico por un período no menor de cinco años, lo que en apariencia hace posible que las densidades del venado en Sierra Fría se hayan incrementado lo suficiente para soportar el aprovechamiento actual. Sin embargo, algunas de las UMA continúan con la cría de ganado bovino, e inclusive otras ya han introducido especies de fauna cinegética exótica, que mantienen bajo confinamiento total en cercos cinegéticos.

Lo aportado por esta investigación, mas que evidenciar una gestión cuestionable del venado en Aguascalientes, pretende demostrar que existen otros medios para realizar una administración mas eficiente y segura del recurso fauna. Los puntos medulares a considerar, son el tamaño poblacional, la estructura de la población, la capacidad de sostenimiento del hábitat y, en especial, la selección que el venado hace del mismo, así como el conocimiento de los factores biofísicos que influyen en esa selección.

La productividad de un bosque templado (como Sierra Fría), difícilmente podrá superar la productividad de un matorral, aun cuando se cuente con toda la tecnología y todos los recursos, sean propios o subsidiados. En consecuencia, una de las sugerencias que plantea esta investigación, y deja para el futuro, es que con las metodologías y herramientas utilizadas en Sierra del Laurel, se realice otro estudio similar en Sierra Fría. Si después de todo, el resultado demuestra que las tasas de aprovechamiento actuales del venado, son consistentes con el potencial de aprovechamiento que dicho estudio demuestre, se habrá dado un gran paso en la validación de un esfuerzo de protección que cuenta ya tres décadas de existencia, con todo y sus claroscuros.

No obstante, las amenazas al venado de Coues en Aguascalientes, persisten. La protección de los recursos naturales en la única Área Natural "Protegida" del estado, es inexistente, como lo es en el resto de la entidad. Aun cuando esta investigación fue

pionera en el estudio de una población de Venado de Coues en la Sierra del Laurel, la realidad es que esta subespecie tenaz, aun sobrevive en otros rincones de Aguascalientes, los que desde hace ya varios años han dejado de ser vigilados por los guardias de la fauna. La cacería furtiva, hasta hace unos 10 años casi erradicada en Aguascalientes, amenaza con volver por sus fueros, mientras que otro tipo de cacería, al amparo de la legalidad, dentro y fuera de UMA, caza fuera de temporada, caza mas animales que los permitidos, caza de noche con luz artificial, y mientras tanto, construye un lucrativo negocio que durará en tanto la fauna resista, pues la autoridad no puede, no sabe o no quiere intervenir.

En este trabajo, aun cuando no fueron analizadas a profundidad, pudieron identificarse otras amenazas al venado de Coues en Sierra del Laurel. Es evidente que el pastizal inducido es en realidad producto del desmonte y el sobrepastoreo. Su distribución espacial sugiere un proceso de fragmentación preocupante, lo que debiera ser objeto de nuevas investigaciones. El hecho de que el matorral subtropical sea el hábitat “seleccionado” por el venado de Coues, plantea una interrogante en el sentido de que tal selección, posiblemente pudiera ser mas una respuesta del venado a las amenazas que enfrenta (fragmentación de su hábitat, sobrepastoreo, caza furtiva e incremento en la presencia de excursionistas), que a la satisfacción de sus necesidades básicas.

Los modelos de regresión logística utilizados en esta investigación, contribuyeron a explicar cuales fueron los atributos del hábitat, que influyeron en la probabilidad de que un sitio determinado, sea utilizado por el venado cola blanca. La igualdad de escalas entre ese valor de probabilidad y el valor de un índice típico de aptitud del hábitat, permitió, de forma razonable, predecir la variabilidad en la densidad del venado de Coues en Sierra del Laurel, y evaluar la distribución espacial de dicha variabilidad en función de los atributos biofísicos del entorno.

Así, se determinó que el matorral subtropical es, por ahora, el hábitat crítico para el venado de Coues en Sierra del Laurel (Medina-Torres *et al.* En prensa) Que la pendiente (Segura *et al.* 1998, Boulanger *et al.* 2000, Wayne 2001), la altitud (Boulanger *et al.* 2000), la distancia al agua (Villarreal 1999, Bello *et al.* 2001, Ortiz-Martínez *et al.* 2005, SDR 2007), la altura media del estrato arbustivo (Galindo-Leal y

Weber 1998, Kilgo *et al.* 1998, Uresk *et al.* 1999, Bello *et al.* 2001, Gallina *et al.* 2005, Ortiz-Martínez *et al.* 2005), la densidad de árboles de *Ipomoea murucoides* Ortega Sarg. (Villarreal y Marín 2005) y de arbustos de *Eysenhardtia polystachya* Roem. *et* Schult. (Medina 1986, Villalobos 1998, Villarreal 1999, Villarreal *et al.* 2007) por hectárea, fueron los atributos que influyeron en la probabilidad de que el venado utilice un determinado sitio.

Se encontró que la densidad de venados se relacionó en forma positiva con la riqueza, diversidad y densidad de especies caducifolias, lo que sugiere que en el matorral subtropical satisface sus necesidades de alimento y cobertura durante la época seca, y que coincide con Zavala (1992 citado por Ortiz-Martínez *et al.* 2005), Castillo (1998 citado por López-Téllez *et al.* 2007), Mandujano y Gallina (1993 y 1995), y López-Téllez *et al.* (2007).

Dado que en el matorral subtropical las pendientes son pronunciadas y existe una baja disponibilidad de agua, la evidencia sugiere que el venado utiliza a *I. murucoides* como una fuente alternativa de agua de origen vegetal (Villarreal y Marín 2005), mientras que *E. polystachya* puede proveerle de alimento y cobertura (Medina 1986, Villalobos 1998, Villarreal 1999, Villarreal *et al.* 2007), sin olvidar que una diversidad vegetal alta puede estar razonablemente correlacionada con una mayor disponibilidad de alimento (Gallina 1990). La altura media del estrato arbustivo puede estar cubriendo necesidades específicas de cobertura térmica durante la época seca, la que se caracteriza por temperaturas extremas, y sequías recurrentes y prolongadas (Medina-Torres 2006), cuando el venado cola blanca tiene la menor actividad, lo que coincide con la época de gestación (Uresk *et al.* 1999, Bello *et al.* 2001, Gallina *et al.* 2005), aunque también es posible que estratos arbustivos densos y altos contribuyan a proteger al venado contra el hombre y los depredadores (Galindo-Leal y Weber 1998, Ortiz-Martínez *et al.* 2005), y aún contra la presión de caza (Kilgo *et al.* 1998).

Otro aspecto que fue posible valorar, es la distribución de las clases de edad en la población de venados, con base en el volumen de sus excretas. Es práctica común que se ponga más confianza en las observaciones directas de venados en campo, para determinar la estructura de su población. Sin embargo, en hábitats con vegetación densa y topografía accidentada, es razonable pensar que la probabilidad de ver una

cría de venado será considerablemente menor, lo que sin duda subestimaría su representatividad en la estructura de edades. Por el contrario, el uso del volumen de excretas de venado, proporciona mayor confianza al determinar que porcentaje de la población es adulta, lo que a su vez afectará la tasa de aprovechamiento.

En esta investigación, fue posible obtener algunos registros por observación directa, de los cuales se estableció que un 44% de la población eran adultos, cuando la volumetría de las excretas demostró un porcentaje de adultos considerablemente menor en la población total, y que además hubo notables variaciones en función del tipo de vegetación utilizado. Si la estimación de la tasa de aprovechamiento se hubiera basado solamente en esta información, es evidente que el número de venados a aprovechar se hubiera sobreestimado.

La proporción de sexos es posiblemente, el factor más importante a considerar en un programa de aprovechamiento de venado cola blanca, ya que a medida que el número de hembras por macho se incrementa, aumentan el peligro de sobrecarga del hábitat. En Sierra del Laurel, se encontró que el 25% de la población adulta son machos, lo que sugiere una presión de la caza furtiva hacia los machos solamente, argumento que coincide con testimonios de los lugareños. No obstante, sería preferible considerar en futuros estudios, la detección de esteroides sexuales en heces de venado (Mercado-Reyes *et al.* 2001, Martínez-Romero 2004, Valdespino *et al.* 2007), para obtener una estimación más confiable de la proporción de sexos, ya que esta información es esencial para predecir el comportamiento de la población, y tomar decisiones sobre su gestión.

En relación a las posibilidades del turismo cinegético, puede afirmarse que el aprovechamiento del venado cola blanca en Sierra del Laurel, sería por ahora, riesgoso. Si como la evidencia reunida en esta investigación sugiere, el venado de Coues de Sierra del Laurel enfrenta problemas de fragmentación y sobrecarga del hábitat crítico, así como una intensa y selectiva caza furtiva de machos adultos durante los meses de diciembre y enero, no es el mejor momento para comenzar a “legalizar” la cacería sin mas fundamento que el cumplimiento de un tramite administrativo, tal y como tiene por costumbre en su proceder, el “*club de la conservación*” de Sierra Fría,

quien ya considera a Sierra del Laurel como la siguiente frontera en la expansión de su monopolio del turismo cinegético.

El sobrepastoreo, el desmonte, la tala clandestina, la erradicación selectiva de *I. murucoides* con herbicidas, y la proliferación de actividades de “ecoturismo” sin un adecuado control, se han constituido en amenazas directas a la estabilidad del venado de Coues, y mientras tales amenazas no sean mitigadas o resueltas, el pronóstico de cualquier programa para su aprovechamiento “sustentable”, es reservado.

Ahora bien; considerando que ya existe un acuerdo reclasificadorio de Sierra del Laurel (y que incluye a Sierra Fría) que le considera como *Área Natural Protegida* de competencia federal, uno de los pasos obligados a dar bajo este esquema de protección, es generar un *Plan de Gestión* de alcance regional. La Sierra del Laurel, al contar con una notable biodiversidad; posee grandes áreas de oportunidad cuyo desarrollo habría de explorarse, siempre y cuando se considere la participación y el beneficio de los dueños de la tierra, ya que en el 96% de esta importante área natural, la tierra está en manos de particulares, dedicados principalmente a la ganadería extensiva y al cultivo de la guayaba y el nopal forrajero (Medina-Torres 2006). Afortunadamente, en 2004 se tuvo la grata experiencia de gestionar y obtener los primeros proyectos de pago por servicios hidrológicos en Sierra del Laurel, cuyos beneficiarios aún continúan recibiendo el subsidio correspondiente, lo que sin duda ya comenzó a sensibilizar a los propietarios rurales de esta importante área natural a favor del mercado de los servicios ambientales. El aprovechamiento racional y sustentable del venado cola blanca de Coues es una opción posible, pero que precisa de un conocimiento profundo sobre su población y hábitat, parte del cual ha sido un aporte de esta investigación.

Lo que no se hizo, pero que debe hacerse

Finalmente, el aporte de esta investigación no estaría completo, si no se reconocieran sus limitaciones, por lo que es necesario señalar aquellos aspectos que no pudieron ser abordados durante su desarrollo, pero que deben ser considerados en investigaciones futuras sobre el venado de Coues y la Sierra del Laurel. Afortunadamente, existen alternativas, métodos y tecnologías. Básicamente, las

limitaciones en esta investigación, estuvieron en relación con una determinación confiable de la capacidad de sostenimiento, el efecto de la nutrición sobre la población de venados y la evaluación de la fragmentación del hábitat.

Uno de los aspectos fundamentales, tanto en la evaluación del hábitat como en el desarrollo de modelos, es la producción de alimento. El aspecto alimentario de la vegetación es un factor crítico en la gran mayoría de los modelos de hábitat de la fauna y necesita de información detallada difícil de conseguir, además de que resulta costosa de aproximar en forma directa o indirecta usando sólo técnicas de campo solamente (Hays *et al.* 1981, Paz 2008), como es el caso de los estudios sobre composición botánica de la dieta del venado y las estimaciones de producción de biomasa, por citar dos ejemplos.

En la última década, se ha tenido un notable avance en el desarrollo de metodologías rápidas y económicas que permiten obtener información confiable en forma indirecta, sobre la caracterización nutricional de la vegetación (Paz 2008). Estimaciones de materia orgánica digestible y proteína cruda, entre otros componentes, del alimento ingerido por el ganado vacuno a través de la caracterización radiométrica espectral de las heces fecales de estos animales usando *Espectroscopia del Infrarrojo Cercano* (NIRS, por sus siglas en inglés), ha establecido relaciones robustas y confiables entre las entradas y las salidas en el metabolismo de los animales (Lyons y Stuth 1992, Pearce *et al.* 1993, Leite y Stuth 1994, Leite y Stuth 1995).

La predicción del crecimiento y condición de los hatos ganaderos y, en consecuencia, la gestión eficiente, es posible mediante las estimaciones nutricionales de la ingestión de alimento de los animales, mediante el uso de un modelo relativamente simple denominado *Balance Nutricional* o NUTBAL por su acrónimo en inglés. Esta metodología ya es utilizada extensivamente en los Estados Unidos de América, donde ha dado buenos resultados, tanto en ganado doméstico como en venado cola blanca (G.L.T.I. 1999). Sin embargo, e independientemente de las aproximaciones en el modelo de balance nutricional, el factor más crítico en la tecnología NIRS/NUTBAL es el relacionado a la necesidad de adquirir en forma constante, información de campo (heces fecales) e interpretarlas en función de los cambios en la vegetación (cantidad y calidad) asociada al alimento de la fauna bajo observación (Paz 2008).

Los cambios en la vegetación, son a su vez supervisados y evaluados con base en información paramétrica derivada de sensores remotos, lo que permite tanto su clasificación genérica, como la determinación de su productividad (GRENASER 2005, AGROASEMEX 2006, Paz 2005, Paz *et al.* 2006, Cano 2008, Paz 2008). El problema básico del uso de los sensores remotos, es que la señal captada por los sensores en plataformas espaciales es una mezcla de suelo-estratos de vegetación-atmósfera y que depende de la fecha de adquisición, por lo que es difícil su generalización y extrapolación a otras condiciones diferentes, a las usadas en su calibración. Aun bajo el supuesto de desarrollar una metodología que elimine estas restricciones, persiste el problema de relacionar el alimento disponible (estimado por sensores remotos) con el del alimento actualmente usado por los animales (estimado por la tecnología NIRS/NUTBAL) (Paz 2008)

Se ha reconocido ya el factor de la fragmentación del hábitat como otra amenaza a la perdurabilidad del venado de Coues en Sierra del Laurel, situación que seguramente estará presente en el resto de Aguascalientes, inclusive Sierra Fría. La pérdida y fragmentación del hábitat se ha considerado como uno de los factores más importantes de extinción local, ya que origina poblaciones múltiples en hábitat diferentes, lo que requiere de un enfoque de análisis a nivel de meta-poblaciones geográficamente localizadas en “manchones” de hábitat, sobre una matriz general del ecosistema estudiado (Paz 2008).

En el caso del venado cola blanca, una vez que la fragmentación de su hábitat se hace presente, es necesario analizar el riesgo asociado a su extinción o viabilidad poblacional, sobre todo cuando es de suma importancia establecer las tasas de extracción con fines cinegéticos (Paz 2008). En los últimos años se ha desarrollado la metodología del *Análisis de Viabilidad de Poblaciones* (PVA, por sus siglas en inglés) como una herramienta práctica (Burgman *et al.* 1993), tanto a nivel de individuos como de estructura poblacional (Caswell 1989, citado por Paz 2008). De este modo, la relación entre un Índice de Aptitud de Hábitat (IAH) y el PVA puede ser realizado en el marco de un *Sistema de Información Geográfica*, de tal forma que los parámetros demográficos de entrada al PVA (capacidad de sostenimiento, población inicial, tasa de crecimiento máximo, fecundidad y supervivencia relativa) pueden ser relacionados con

el IAH. Un enfoque semejante puede hacerse para el caso de los parámetros espaciales del PVA: migración y correlación entre manchones de hábitat. Akcakaya (1996) desarrolló este enfoque metodológico utilizando el programa RAMAS GIS ® (Paz 2008).

En consecuencia, es necesario desarrollar nueva investigación sobre estos aspectos, para estar en posibilidad de generar mejores y mas confiables modelos de hábitat, actualizables en tiempo real, que permitan no sólo una gestión adecuada del venado cola blanca en Aguascalientes y otros estados del país, sino que puedan anticiparse y evitarse, los efectos adversos de inadecuadas prácticas de gestión, tanto sobre sus poblaciones, como sobre sus hábitats.

La integración final de este conocimiento, con tecnologías que ya están disponibles, proporcionarán, sin duda, un sólido respaldo a las autoridades ambientales, en la toma de decisiones sobre la gestión de la vida silvestre, así como en la aplicación de las leyes que le protegen y que regulan su aprovechamiento. Y en el caso del venado, ofrece además la perspectiva de contribuir a su conservación en las áreas en donde más que un recurso alimenticio, económico o cinegético, sigue siendo parte fundamental en la cosmovisión de los pueblos ancestrales que aún le veneran.

La contribución se ha hecho, así como también los señalamientos sobre las amenazas que enfrenta el venado cola blanca, tanto en Aguascalientes, como seguramente en otras partes de México, circunstancia y destino que comparte el resto de la fauna silvestre. Toca ahora a la autoridad responsable de la vida silvestre en este país, hacer su parte y rectificar, ya que evidentemente el cambio jamás vendrá de sus usuarios.

Conclusiones

La sustentabilidad del aprovechamiento cinegético “legal” del venado cola blanca de Coues en Aguascalientes, es cuestionable. Existe evidencia que sugiere un aprovechamiento excesivo de esta subespecie, y son necesarios estudios imparciales que confirmen o rechacen esta hipótesis. En consecuencia, el futuro de este aprovechamiento sin sustento científico, es reservado.

Durante la época seca, la densidad de venados en Sierra del Laurel, se estimó en 10.0 ± 2.2 venados por km^2 , siendo más abundantes en el matorral subtropical, con una densidad de 18.5 ± 4.7 venados por km^2 , mientras que en el bosque de encino y el pastizal inducido, la densidad de venados fue de 7.6 ± 3.1 y 2.5 ± 1.2 individuos por km^2 , respectivamente. La densidad del venado en estos últimos tipos de vegetación no fue significativamente diferente, aunque en el matorral subtropical si lo fue respecto del pastizal inducido, pero no del bosque de encino.

La densidad de venados se asoció en forma positiva con la riqueza, diversidad y densidad de especies caducifolias.

La relación de sexos en la población adulta fue de tres hembras por macho, lo que sugiere una elevada presión de la caza furtiva sobre los machos adultos durante los meses de diciembre y enero, coincidiendo con el arribo de los emigrantes que trabajan en los Estados Unidos de Norteamérica, y que en su mayoría son aficionados a la cacería del venado.

La distribución de las clases de edad en Sierra del Laurel, con base en el volumen de las excretas, fue de 2.3 crías y 1.4 juveniles por adulto, y presentó variaciones importantes en función del tipo de vegetación siendo de 13 crías y cuatro juveniles por adulto en el bosque de encino, 1.3 crías y 0.8 juveniles por adulto en el matorral subtropical, y de 1.3 juveniles por adulto en el pastizal inducido. El reducido porcentaje de adultos en la población, puede ser un reflejo de una relación de sexos abierta.

La evidencia sugiere que podría existir una sobrecarga del hábitat en Sierra del Laurel por la población del venado de Coues, considerando los coeficientes de agostadero de COTECOCA y las estimaciones poblacionales realizadas.

La fragmentación del hábitat ocasionada por el desmonte y la erradicación de *Ipomoea murucoides* con herbicidas en matorral subtropical, la tala clandestina en el bosque de encino, el sobrepastoreo generalizado, y eventualmente por incendios forestales, se perfila como una de las principales amenazas al futuro de la población del venado de Coues en Sierra del Laurel.

El potencial de aprovechamiento del venado cola blanca en el área de estudio osciló 13 y 20 venados machos adultos en un área de 145.77 km^2 , para una tasa de aprovechamiento entre 0.09 y 0.14 venados por km^2 . El 85% del potencial de

aprovechamiento se localizó en el matorral subtropical, que presentó los valores más altos del Índice de Aptitud de Hábitat (IAH).

La validación preliminar del modelo IAH, presentó una correlación positiva significativa entre el índice de aptitud de hábitat con la densidad de venados en los transectos de muestreo.

El 62% del hábitat del pastizal inducido (en su mayor parte matorral subtropical degradado por la fragmentación), es posible recuperarlo mediante la construcción de obras de captación y almacenamiento de agua, así como de repoblación con especies del matorral subtropical, lo que permitiría incrementar el IAH a valores comparables con el hábitat óptimo, bajo el actual modelo.

Literatura citada

- AGROASEMEX. 2006. La experiencia Mexicana en el desarrollo y operación de seguros paramétricos orientados a la ganadería. AGROASEMEX, S.A., Querétaro, México, 57 p.
- Akcakaya, H. R. 1996. Linking GIS with models of ecological risk assessment for endangered species. Third international conference on integrating GIS and environmental modeling. Santa Fe, New Mexico. Archivo digital. En: <http://www.ramas.com/santafe.htm>
- Bello, J. S. G. and M. Equihua. 2001. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *J. Range Manage.* 54:537–545.
- Boulanger, J. G., K G. Poole, J. Gwilliam, G. P. Woods, J. Krebs, and I. Parfitt. 2000. *Winter habitat selection by white-tailed deer in the Pend D'oreille Valley, Southeastern British Columbia.* Columbia Basin Fish & Wildlife Compensation Program. British Columbia. 48 p.
- Burgman, M. A., S. Fresón, y H. R. Akcakaya. 1993. Risk assessment in conservation biology, population and community biology series 12. Chapman and Hall. London. 314 p.
- Cano, A. 2008. Alcances y limitaciones de la información espectral multi-angular para la clasificación de la vegetación. *Tesis Doctoral.* Programa en Hidrociencias, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 223 p.

-
-
- Gallina, T. S. A. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en la Michilía, Dgo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. *Tesis de Doctorado*. 86 p.
- Gallina, S., P. Corona-Zárate y J. Bello. 2005. El comportamiento del venado cola blanca en zonas semiáridas del noroeste de México. pp: 193-204. *En: Sánchez-Cordero V. y R. A. Medellín (eds.) Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología, Instituto de Ecología, UNAM; CONABIO. México, D. F.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. EDICUSA-CONABIO. México, D. F. 272 p.
- GRENASER. 2005. *Desarrollo de un seguro ganadero con base a la tecnología de los sensores remotos*. Grupo de Gestión de Riesgos y Recursos Naturales Asistida por Sensores Remotos. Colegio de Postgraduados. Reporte final para AGROASEMEX. 91 p.
- GLTI. 1999. Technical support for the NIRS/NUTBAL nutritional management service. Grazing Lands Technology Institute. Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture 21 p.
- Hays, R. L., C. Summers and W. Seitz. 1981. *Estimating wildlife habitat variables*. biological services program. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. Washington, D. C. 113 p.
- Leite, E. R. y J. W. Stuth. 1994. Technical note: influence of duration of exposure to field conditions on viability of fecal samples for NIRS analysis. *J. Range Manage.* 47: 312-314
- Leite, E. R. y J. W. Stuth. 1995. Fecal NIRS Equations to assess diet quality of free-ranging goats. *Small Ruminant Research.* 15:223-230
- López-Téllez, M. C., S. Mandujano y G. Yánes. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical Seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 23(3):1-16.
- Lyons, R. K. y J. W. Stuth. 1992. Fecal NIRS equations for predicting diet quality of free-ranging cattle. *J. Range Manage.* 45:238-244
- Kilgo, J. C., R. F. Labisky, and D. E. Fritzen. 1998. Influences of hunting on the behavior of white-tailed deer: implications for conservation of the Florida Panther. *Conservation Biology* 12 (6):1359-1364.
-
-

-
-
- Kirkpatrick, R. L. 1987. Índices fisiológicos en la gestión de la vida silvestre. pp: 105–118. En: Schemnitz, S. D. (ed.). *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- Kobelkowsky, R. S. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en la región central de la Sierra Fría, Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87 p.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 56:1-37.
- Mandujano, S y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in a tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23:180-186.
- Márquez Olivas, M. (2005). Dieta y sitios de percha del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana* Gould, 1856) reintroducido en la "Sierra Fría" de Aguascalientes. *Tesis Doctoral*. Programa de Botánica. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 105 p.
- Martínez-Romero, L. E. 2004. Determinación de fechas de aprovechamiento del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a través de hormonas sexuales y comportamiento. *Tesis de Maestría de Manejo de Fauna Silvestre*. Instituto de Ecología, A.C. Jalapa, Veracruz 77 p.
- Medina, F. A. 1986. Programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en el estado de Aguascalientes. pp: 62 – 69. En: Roa R. M. A. (ed.) *Curso de Actualización de la División de Estudios de Postgrado de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. UNAM-FMVZ. México, D. F
- Medina-Flores, J. y S. Medina-Torres 1989. Avances en materia de protección dentro del programa de conservación y aprovechamiento cinegético del venado cola blanca en Aguascalientes. pp: 135-146. En: Roa-Riol, M. A., Villarreal, G. J. G., y Dietrich, P. U. (eds.). *III Simposio sobre Venados en México*. UANL y UNAM, N.L., México.

-
-
- Medina-Torres, S. M., E. García-Moya, M. Márquez-Olivas, H. Vaquera-Huerta, A. Romero, M. Martínez-Menes. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus Virginianus Couesi*), en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. Aceptado en *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 24(3): 00-00.
- Medina-Torres, S. M. 2006. *Delimitación y diagnóstico preliminar de la unidad de manejo forestal regional "Asociación Sierra del Laurel, A.C."*. Calvillo Aguascalientes, México. 60 p.
- Mercado-Reyes, M., S. E. Ramos-Solís, M. Blancas-Mosqueda, C. Mondragón-de la Peña y J. P. Tavizón-García. 2001. Concentración de progesterona en heces fecales de hembra de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) durante el ciclo reproductivo en cautiverio. 5as. Jornadas de Investigación. 25-29 junio 2001 Universidad Autónoma de Zacatecas. 10 p.
- Ortiz-Martínez T., S. Gallina, M. Briones-Salas Y G. González. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 21(3): 65-78.
- Paz, F., 2005. Elementos para las condiciones generales y la nota técnica del seguro ganadero, Reporte marzo para AGROASEMEX, Proyecto de desarrollo de un seguro ganadero con base a sensores remotos – Primera Generación, 31 p.
- Paz, F., E. Palacios, M. Bolaños, A. Cano, A. Zarco, F. Pascual, L. A. Palacios, y M. Martínez. 2006. Design of a country scale livestock insurance in grasslands using AVHRR sensor. pp: 683-685 In: J. A. Sobrino (ed.). *Second Recent Advances in Quantitative Remote Sensing*, Universitat de València, Valencia, Spain.
- Paz, F. 2008. Propuesta de megaproyecto SAGARPA-CONACYT. Ganadería integral asistida por sensores remotos (GIASER) – Agostadero. Versión 0.6 – Abril 23/2008. 59 p.
- Pearce, R. A., R. K. Lyons y J. W. Stuth. 1993. Influence of handling methods on fecal NIRS evaluations. *J. Range Manage.* 46: 274-276.

-
-
- Romo, D. M. 1987. Dinámica de la población del venado cola blanca (*O. virginianus*) en la Sierra de San Blas de Pabellón en el Estado de Aguascalientes, México. *Tesis Profesional*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. 108 p.
- SDR. 2007. *Manual para el manejo de venado cola blanca (Odocoileus virginianus mexicanus) en la Mixteca Poblana*. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla. Archivo digital. En: <http://www.sdr.gob.mx>
- Segura, L. W. 1998. Application of the HEP methodology and use of GIS to identify priority sites for the management of white-tailed deer. pp: 127-137. In: Savitsky, G. B. and Lacher Jr., E. T. (eds.). *GIS Methodologies for developing conservation strategies, tropical forest recovery and wildlife management in Costa Rica*, Columbia University Press. New York. U.S.A.
- Uresk, D. W., T. A., Benzon, K. E. Severson, and L. Benkobi. 1999. Characteristics of white-tailed deer fawn beds, Black Hills, South Dakota. *Great Basin Naturalist* 59:348-354.
- Valdespino, C., R. Martínez-Mota, L. M. García-Feria, y L. E. Martínez-Romero. 2007. Evaluación de eventos reproductivos y estrés fisiológico en vertebrados silvestres a partir de sus excretas: evolución de una metodología no invasiva. Ensayo. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 23(3): 151-180.
- Villalobos, S. V. 1998. El venado cola blanca en la Sierra Fría de Aguascalientes. En: Gobierno del Estado de Aguascalientes. Oficina de Coordinación de Asesores. Cuadernos de Trabajo Agricultura y Recursos Naturales. No. 89. Gobierno del estado de Aguascalientes. México. 73 p.
- Villarreal, G. J. G. 1999. *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 401 p.
- Villarreal Espino-Barros, O. A. y M. M. Marín-Fuentes. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia* 54:191-196.

Anexo A

Solicitud de autorización de aprovechamiento extractivo



SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN
PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE
Formato de Solicitud:

**AUTORIZACIÓN DE APROVECHAMIENTO EXTRACTIVO
-VIDA SILVESTRE EN UMA-**

Página 1 de 1

DATOS GENERALES						
¹ NOMBRE DE LA UMA:						
² CLAVE DE REGISTRO:						
³ ESPECIE						
NOMBRE COMÚN O NOMBRE CIENTÍFICO		CANTIDAD			TOTAL	
	M	H	NO IDENTIFICADO	PESO		
⁴ FINALIDAD DEL APROVECHAMIENTO:						
A) COMERCIAL _____		B) CINEGÉTICO _____		C) INVESTIGACIÓN _____		D) ECOTURISMO _____
E) CONSERVACIÓN _____		F) EXHIBICIÓN _____		G) OTROS (ESPECIFICAR) _____		
⁵ TIPO DE APROVECHAMIENTO						
ANIMALES VIVOS		SUBPRODUCTOS		PLANTAS VIVAS		SUBPRODUCTOS
• PIEDRITA		• CARNE		• ORNAMENTAL		• FLORES
• MASCOTA		• PIEL		• PLANTA MADRE		• FIBRAS
• EXHIBICIÓN		• PLUMAS		• OTROS		• POLLEN
• ALIMENTO		• MATERIAL OSEO		• (ESPECIFIQUE)		• TALLOS
• OTROS		• TAXIDERMIA				• HOJAS
(ESPECIFIQUE):		• HUEVOS				• FIZOMAS
		• VENENO				• EXTRACTO
		• ORGANOS				• FRUTOS
		• TROFEOS				• RAICES
		• OTROS				• BULBOS
		(ESPECIFIQUE):				• PENCAS
						• TEJIDOS
						• SEMILLAS
						• OTROS
						(ESPECIFIQUE)
⁶ TIPO DE MARCAJE QUE UTILIZA						
TATUAJE	ANILLO	ETIQUETA	CINTILLO DE COBRO	SELLO	AFETE	MICROCHIP
OTRO (ESPECIFIQUE) _____						
IMPORTANTE						
SERÁ NECESARIO QUE SE ANEXE LA RELACION DEL MARCAJE UTILIZADO.						
EN ORGANISMOS NO MARCADOS ESPECIFICAR LAS RAZONES: _____						

⁷ NOMBRE Y FIRMA DEL SOLICITANTE						

SELLO DE RECEPCIÓN		México, D.F. a _____ de _____			de 200 _____	



DIRECCION GENERAL DE VIDA SILVESTRE

-INFORME DE MONITOREO EN UMA-
-MAMÍFEROS-
INE-02-006

Excretas:

A través de franjas:

Total de la superficie muestreada: _____ hectáreas.
Longitud del transecto recorrido: _____ Km. Ancho del transecto: _____ mt.

Ubicar en un mapa los transectos realizados.

A través de parcelas:

Longitud del transecto: _____ Km. Total de parcelas: _____
Diatancia entre parcelas (entre centro y centro): _____ mt.
Radio de las parcelas: _____ mt. Area de las parcelas: _____ hectáreas.
Total de parcelas en 1 hectárea: _____

Tasa promedio de defecación: _____
Tiempo de Deposición de las excretas: 30 días ____ 60 días ____ 90 días ____

Resultados del muestreo:

Fecha del muestreo	No. de Transecto	No. de Parcela	No. de Glomérulos observados	Observaciones
T o t a l :				

-Observaciones de Campo-

Detección de Depredadores:

Fecha del muestreo	No. de transecto	Especie observada	Cantidad de ejemplares estimados (No. de indivs. / día)
T o t a l :			

Otros: _____

NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE TÉCNICO

FECHA.

NOTA: DE CONFORMIDAD CON LO ESTIPULADO EN EL ARTICULO 43 DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE LA SECRETARIA, EN CASO DE CONSIDERARLO PERTINENTE SE RESERVA EL DERECHO DE CORROBORAR LA INFORMACION PRESENTADA A TRAVES DE UNA VISITA DE VERIFICACION TECNICA.

Anexo B

ANOVA doble vía grupos fecales por tipo de vegetación / período de muestreo

17:56 Sunday, April 27, 2008 1

Procedimiento GLM GLM
 Información de nivel de clase
 Clase Niveles Valores
 Tipo_Veget 3 BQ, MS, PI
 Período 2 FEB-ABR 2006, MAY-JUL 2006

Número de observaciones leídas 60
 Número de observaciones usadas 60

Procedimiento GLM

Variable dependiente: Grupos fecales por parcela (Gpos_parc)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2.42676816	0.48535363	2.37	0.051
Error	54	11.0429764	0.20449956		
Total correcto	59	13.4697446			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Gpos_parc MEDIA
0.180164	161.7272	0.452216	0.279617

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Período	1	0.32521636	0.32521636	1.59	0.2127
Tipo_Veget	2	1.8500415	0.92502075	4.52	0.0153
Tipo_Veget*Período	2	0.12206434	0.06103217	0.3	0.7432

Variable dependiente: Grupos fecales por hectárea (Gpos_ha)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2805836.69	561167.34	2.37	0.051
Error	54	12767922.8	236443.01		
Total correcto	59	15573759.5			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Gpos_parc MEDIA
0.180164	161.7272	486.2541	300.6631

Cuadrado de

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Período	1	376016.144	376016.144	1.59	0.2127
Tipo_Veget	2	2139023.59	1069511.79	4.52	0.0153
Tipo_Veget*Período	2	141131.161	70565.581	0.3	0.7432

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Gpos_parc
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	54
Error de cuadrado medio	0.2045
Valor crítico del rango estudentizado	3.40824

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS-BQ	0.3048	-0.0194	0.6289
MS-PI	0.4453	0.0655	0.8251 ***
BQ-MS	-0.3048	-0.6289	0.0194
BQ-PI	0.1405	-0.2208	0.5018
PI-MS	-0.4453	-0.8251	-0.0655 ***
PI-BQ	-0.1405	-0.5018	0.2208

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Gpos_parc
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	54
Error de cuadrado medio	236443
Valor crítico del rango estudentizado	3.40824

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS-BQ	327.7	-20.8	676.2
MS-PI	478.8	70.4	887.2 ***
BQ-MS	-327.7	-676.2	20.8
BQ-PI	151.1	-237.4	539.6
PI-MS	-478.8	-887.2	-70.4 ***
PI-BQ	-151.1	-539.6	237.4

Análisis de componentes principales (ACP)

Procedimiento PRINCOMP

Observaciones 24
Variables 29

Estadísticos simples

	S	N	H'	E	λ
Media	4.844444444	79.90625	1.0176875	0.686680556	0.459713889
StD	2.061796896	49.79796472	0.372866402	0.132104399	0.1538367
	ARBOL_HA	TOCON_HA	IPOMOEHA_HA	QEDUARDII_HA	ABASAL_A
Media	386.6493056	11.37152778	22.65625	81.0416667	13.37062746
StD	274.1574565	14.93366935	46.22001125	122.4050702	9.57329161
	DOSEL_A	ALTPROM_A	RIQFLORIST_A	ARB_HA	ARB_IPO_HA
Media	57.967	6.550208333	2.272222222	1697.083333	55.46875
StD	33.188614	3.164556822	1.151502554	1352.888784	107.3601292
	ARB_BURS_HA	ARB_EYSENHHA	DOSEL_ARB	ALTPROM_ARB	
Media	19.73958333	106.9444444	1039.496528	2.159895833	
StD	36.96923346	256.17868	531.344997	0.840027508	
	RIQFLORIST_ARB	ALT_HERB	%_MANTILLO	%_SUELO DES	%_VEGET
Media	4.109027778	44.13680556	44.21180556	10.48958333	27.50694444
StD	2.340785095	29.15170174	25.66496064	10.46807063	17.57870357
	%_ROCA_PIED	Pendiente	Aspecto	Altitud	Dist_agua
Media	17.79166667	27.94327986	224.8245547	2219.125771	329.5828299
StD	19.63301592	11.28505487	98.9511759	181.121823	206.8334715

Matriz de correlación

	S	N	H'	E	λ
S	1.000	0.241	0.876	0.240	-0.701
N	0.241	1.000	-0.072	-0.503	0.264
H'	0.876	-0.072	1.000	0.637	-0.951
E	0.240	-0.503	0.637	1.000	-0.816
λ	-0.701	0.264	-0.951	-0.816	1.000
ARBOL_HA	-0.350	-0.400	-0.094	0.428	-0.058
TOCON_HA	-0.330	-0.337	-0.184	0.113	0.111
IPOMOEHA_HA	0.392	0.624	0.206	-0.177	-0.120
QEDUARDII_HA	-0.373	-0.368	-0.156	0.334	0.006
ABASAL_A	-0.352	-0.430	-0.131	0.334	-0.011
DOSEL_A	-0.250	-0.440	0.023	0.508	-0.142
ALTPROM_A	0.008	-0.580	0.261	0.524	-0.354
RIQFLORIST_A	0.410	-0.402	0.608	0.578	-0.643
ARB_HA	0.279	0.985	-0.049	-0.533	0.248
ARB_IPO_HA	0.496	0.615	0.284	-0.171	-0.164
ARB_BURS_HA	0.859	0.272	0.685	0.183	-0.524
ARB_EYSENHHA	0.760	0.174	0.580	0.138	-0.441
DOSEL_ARB	0.505	0.780	0.203	-0.425	-0.008
ALTPROM_ARB	-0.249	-0.318	-0.113	0.311	0.035
RIQFLORIST_ARB	0.934	0.368	0.781	0.156	-0.602
ALT_HERB	0.269	-0.276	0.387	0.434	-0.356
%_MANTILLO	-0.097	-0.302	0.057	0.362	-0.143
%_SUELO DES	-0.209	0.343	-0.343	-0.351	0.324
%_VEGET	0.369	0.329	0.207	-0.198	-0.115
%_ROCA_PIED	-0.092	-0.083	-0.077	-0.109	0.118
Pendiente	-0.090	-0.457	0.129	0.267	-0.169
Aspecto	0.211	0.251	0.153	-0.126	-0.052
Altitud	-0.572	-0.403	-0.297	0.315	0.115
Dist_agua	0.370	0.029	0.357	0.096	-0.329

	ARBOL_HA	TOCON_HA	IPOMOEA_HA	QEDUARDII_HA	ABASAL_A
S	-0.350	-0.330	0.392	-0.373	-0.352
N	-0.400	-0.337	0.624	-0.368	-0.430
H'	-0.094	-0.184	0.206	-0.156	-0.131
E	0.428	0.113	-0.177	0.334	0.334
λ	-0.058	0.111	-0.120	0.006	-0.011
ARBOL_HA	1.000	0.555	-0.357	0.623	0.898
TOCON_HA	0.555	1.000	-0.345	0.490	0.460
IPOMOEA_HA	-0.357	-0.345	1.000	-0.337	-0.350
QEDUARDII_HA	0.623	0.490	-0.337	1.000	0.347
ABASAL_A	0.898	0.460	-0.350	0.347	1.000
DOSEL_A	0.739	0.433	-0.405	0.577	0.666
ALTPROM_A	0.460	0.315	-0.378	0.478	0.421
RIQFLORIST_A	0.491	0.196	-0.182	0.253	0.517
ARB_HA	-0.522	-0.409	0.622	-0.434	-0.540
ARB_IPO_HA	-0.468	-0.396	0.869	-0.357	-0.471
ARB_BURS_HA	-0.432	-0.355	0.415	-0.362	-0.456
ARB_EYSENH'HA	-0.227	-0.249	0.317	-0.288	-0.248
DOSEL_ARB	-0.664	-0.460	0.637	-0.494	-0.731
ALTPROM_ARB	0.574	0.474	-0.328	0.559	0.359
RIQFLORIST_ARB	-0.481	-0.399	0.451	-0.421	-0.548
ALT_HERB	0.249	0.255	-0.194	0.358	0.088
%_MANTILLO	0.775	0.440	-0.252	0.522	0.677
%_SUELO DES	-0.546	-0.360	0.293	-0.369	-0.417
%_VEGET	-0.544	-0.300	0.489	-0.528	-0.473
%_ROCA_PIED	-0.236	-0.115	-0.265	-0.013	-0.239
Pendiente	0.196	0.414	-0.473	0.402	0.044
Aspecto	-0.077	-0.001	0.229	0.133	-0.149
Altitud	0.711	0.518	-0.501	0.503	0.688
Dist_agua	-0.191	-0.223	0.113	-0.340	-0.007

	DOSEL_A	ALTPROM_A	RIQFLORIST_A	ARB_HA	ARB_IPO_HA
S	-0.250	0.008	0.410	0.279	0.496
N	-0.440	-0.580	-0.402	0.985	0.615
H'	0.023	0.261	0.608	-0.049	0.284
E	0.508	0.524	0.578	-0.533	-0.171
λ	-0.142	-0.354	-0.643	0.248	-0.164
ARBOL_HA	0.739	0.460	0.491	-0.522	-0.468
TOCON_HA	0.433	0.315	0.196	-0.409	-0.396
IPOMOEA_HA	-0.405	-0.378	-0.182	0.622	0.869
QEDUARDII_HA	0.577	0.478	0.253	-0.434	-0.357
ABASAL_A	0.666	0.421	0.517	-0.540	-0.471
DOSEL_A	1.000	0.759	0.491	-0.543	-0.438
ALTPROM_A	0.759	1.000	0.574	-0.621	-0.379
RIQFLORIST_A	0.491	0.574	1.000	-0.454	-0.257
ARB_HA	-0.543	-0.621	-0.454	1.000	0.652
ARB_IPO_HA	-0.438	-0.379	-0.257	0.652	1.000
ARB_BURS_HA	-0.368	-0.098	0.109	0.326	0.599
ARB_EYSENH'HA	-0.302	-0.072	0.278	0.180	0.229
DOSEL_ARB	-0.692	-0.658	-0.311	0.831	0.662
ALTPROM_ARB	0.614	0.398	0.155	-0.403	-0.371
RIQFLORIST_ARB	-0.386	-0.200	0.153	0.432	0.612
ALT_HERB	0.548	0.664	0.321	-0.323	-0.162
%_MANTILLO	0.633	0.666	0.511	-0.400	-0.313
%_SUELO DES	-0.524	-0.661	-0.543	0.402	0.295
%_VEGET	-0.535	-0.442	-0.242	0.404	0.499
%_ROCA_PIED	-0.068	-0.122	-0.162	-0.053	-0.195
Pendiente	0.363	0.426	0.131	-0.479	-0.504
Aspecto	0.035	0.080	0.179	0.248	0.091
Altitud	0.705	0.467	0.320	-0.489	-0.552
Dist_agua	-0.294	-0.239	0.083	0.092	0.392

	ARB_BURS_HA	ARB_EYSENH'HA	DOSEL_ARB	ALTPROM_ARB	RIQFLORIST_ARB
S	0.859	0.760	0.505	-0.249	0.934
N	0.272	0.174	0.780	-0.318	0.368
H'	0.685	0.580	0.203	-0.113	0.781
E	0.183	0.138	-0.425	0.311	0.156
λ	-0.524	-0.441	-0.008	0.035	-0.602
ARBOL_HA	-0.432	-0.227	-0.664	0.574	-0.481
TOCON_HA	-0.355	-0.249	-0.460	0.474	-0.399
IPOMOEА_HA	0.415	0.317	0.637	-0.328	0.451
QEDUARDII_HA	-0.362	-0.288	-0.494	0.559	-0.421
ABASAL_A	-0.456	-0.248	-0.731	0.359	-0.548
DOSEL_A	-0.368	-0.302	-0.692	0.614	-0.386
ALTPROM_A	-0.098	-0.072	-0.658	0.398	-0.200
RIQFLORIST_A	0.109	0.278	-0.311	0.155	0.153
ARB_HA	0.326	0.180	0.831	-0.403	0.432
ARB_IPO_HA	0.599	0.229	0.662	-0.371	0.612
ARB_BURS_HA	1.000	0.733	0.457	-0.128	0.881
ARB_EYSENH'HA	0.733	1.000	0.342	0.015	0.680
DOSEL_ARB	0.457	0.342	1.000	-0.498	0.662
ALTPROM_ARB	-0.128	0.015	-0.498	1.000	-0.264
RIQFLORIST_ARB	0.881	0.680	0.662	-0.264	1.000
ALT_HERB	0.286	0.273	-0.356	0.624	0.163
%_MANTILLO	-0.152	-0.044	-0.516	0.493	-0.276
%_SUELO DES	-0.059	-0.155	0.390	-0.395	-0.056
%_VEGET	0.353	0.360	0.506	-0.259	0.463
%_ROCA_PIED	-0.085	-0.182	0.013	-0.202	-0.025
Pendiente	-0.248	-0.098	-0.377	0.245	-0.158
Aspecto	0.054	0.073	0.264	-0.229	0.172
Altitud	-0.591	-0.541	-0.655	0.501	-0.658
Dist_agua	0.346	0.031	0.150	-0.415	0.349

	ALT_HERB	%_MANTILLO	%_SUELO DES	%_VEGET	%_ROCA_PIED
S	0.269	-0.097	-0.209	0.369	-0.092
N	-0.276	-0.302	0.343	0.329	-0.083
H'	0.387	0.057	-0.343	0.207	-0.077
E	0.434	0.362	-0.351	-0.198	-0.109
λ	-0.356	-0.143	0.324	-0.115	0.118
ARBOL_HA	0.249	0.775	-0.546	-0.544	-0.236
TOCON_HA	0.255	0.440	-0.360	-0.300	-0.115
IPOMOEА_HA	-0.194	-0.252	0.293	0.489	-0.265
QEDUARDII_HA	0.358	0.522	-0.369	-0.528	-0.013
ABASAL_A	0.088	0.677	-0.417	-0.473	-0.239
DOSEL_A	0.548	0.633	-0.524	-0.535	-0.068
ALTPROM_A	0.664	0.666	-0.661	-0.442	-0.122
RIQFLORIST_A	0.321	0.511	-0.543	-0.242	-0.162
ARB_HA	-0.323	-0.400	0.402	0.404	-0.053
ARB_IPO_HA	-0.162	-0.313	0.295	0.499	-0.195
ARB_BURS_HA	0.286	-0.152	-0.059	0.353	-0.085
ARB_EYSENH'HA	0.273	-0.044	-0.155	0.360	-0.182
DOSEL_ARB	-0.356	-0.516	0.390	0.506	0.013
ALTPROM_ARB	0.624	0.493	-0.395	-0.259	-0.202
RIQFLORIST_ARB	0.163	-0.276	-0.056	0.463	-0.025
ALT_HERB	1.000	0.352	-0.671	-0.187	0.065
%_MANTILLO	0.352	1.000	-0.579	-0.551	-0.505
%_SUELO DES	-0.671	-0.579	1.000	0.318	-0.061
%_VEGET	-0.187	-0.551	0.318	1.000	-0.344
%_ROCA_PIED	0.065	-0.505	-0.061	-0.344	1.000
Pendiente	0.556	0.060	-0.496	-0.358	0.508
Aspecto	0.160	-0.070	-0.141	-0.193	0.340
Altitud	0.098	0.635	-0.130	-0.512	-0.302
Dist_agua	-0.221	-0.270	0.103	0.459	-0.114

	Pendiente	Aspecto	Altitud	Dist_agua
S	-0.090	0.211	-0.572	0.370
N	-0.457	0.251	-0.403	0.029
H'	0.129	0.153	-0.297	0.357
E	0.267	-0.126	0.315	0.096
λ	-0.169	-0.052	0.115	-0.329
ARBOL_HA	0.196	-0.077	0.711	-0.191
TOCON_HA	0.414	-0.001	0.518	-0.223
IPOMOEHA	-0.473	0.229	-0.501	0.113
QEDUARDII_HA	0.402	0.133	0.503	-0.340
ABASAL_A	0.044	-0.149	0.688	-0.007
DOSEL_A	0.363	0.035	0.705	-0.294
ALTPROM_A	0.426	0.080	0.467	-0.239
RIQFLORIST_A	0.131	0.179	0.320	0.083
ARB_HA	-0.479	0.248	-0.489	0.092
ARB_IPO_HA	-0.504	0.091	-0.552	0.392
ARB_BURS_HA	-0.248	0.054	-0.591	0.346
ARB_EYSENHHA	-0.098	0.073	-0.541	0.031
DOSEL_ARB	-0.377	0.264	-0.655	0.150
ALTPROM_ARB	0.245	-0.229	0.501	-0.415
RIQFLORIST_ARB	-0.158	0.172	-0.658	0.349
ALT_HERB	0.556	0.160	0.098	-0.221
%_MANTILLO	0.060	-0.070	0.635	-0.270
%_SUELO DES	-0.496	-0.141	-0.130	0.103
%_VEGET	-0.358	-0.193	-0.512	0.459
%_ROCA_PIED	0.508	0.340	-0.302	-0.114
Pendiente	1.000	0.257	0.037	-0.298
Aspecto	0.257	1.000	-0.235	-0.248
Altitud	0.037	-0.235	1.000	-0.272
Dist_agua	-0.298	-0.248	-0.272	1.000

	Autovalor	Autovalores de la matriz de correlación		Acumulada
		Diferencia	Proporción	
1	10.56	4.62	0.36	0.36
2	5.94	3.30	0.20	0.57
3	2.64	0.46	0.09	0.66
4	2.17	0.69	0.07	0.73
5	1.48	0.47	0.05	0.79
6	1.01	0.09	0.03	0.82
7	0.91	0.14	0.03	0.85
8	0.77	0.07	0.03	0.88
9	0.70	0.12	0.02	0.90
10	0.58	0.02	0.02	0.92
11	0.56	0.14	0.02	0.94
12	0.42	0.01	0.01	0.96
13	0.41	0.14	0.01	0.97
14	0.27	0.09	0.01	0.98
15	0.18	0.03	0.01	0.99
16	0.15	0.03	0.01	0.99
17	0.12	0.06	0.00	1.00
18	0.05	0.01	0.00	1.00
19	0.04	0.02	0.00	1.00
20	0.02	0.01	0.00	1.00
21	0.01	0.01	0.00	1.00
22	0.00	0.00	0.00	1.00
23	0.00	0.00	0.00	1.00
24	0.00	0.00	0.00	1.00
25	0.00	0.00	0.00	1.00
26	0.00	0.00	0.00	1.00
27	0.00	0.00	0.00	1.00
28	0.00	0.00	0.00	1.00
29	0.00	0.00	1.00	1.00

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5
S	-0.1575	0.3394	-0.0103	0.0274	0.0411
N	-0.2156	-0.0749	0.0889	0.3755	0.0942
H'	-0.0592	0.3876	-0.0123	-0.0906	0.1098
E	0.1329	0.2762	0.0653	-0.1737	0.0391
λ	0.0025	-0.3696	-0.0302	0.1713	-0.1244
ARBOL_HA	0.2544	0.0358	0.2003	0.1265	0.1271
TOCON_HA	0.1903	-0.0239	0.0109	0.1305	-0.1009
IPOMOEHA_HA	-0.2069	0.0527	0.1816	0.2565	0.0931
QEDUARDII_HA	0.2125	0.0069	-0.0508	0.2074	0.0006
ABASAL_A	0.2328	0.0060	0.2598	-0.0240	0.2232
DOSEL_A	0.2550	0.0839	0.0384	0.1353	0.0619
ALTPROM_A	0.2183	0.1853	-0.0436	0.0573	0.0070
RIQFLORIST_A	0.1315	0.2794	0.0991	-0.0346	0.3063
ARB_HA	-0.2424	-0.0755	0.0616	0.3156	0.0814
ARB_IPO_HA	-0.2298	0.0775	0.1704	0.1595	0.0491
ARB_BURS_HA	-0.1750	0.2804	0.0129	0.0396	-0.1698
ARB_EYSENHHA	-0.1203	0.2617	0.0019	0.0864	-0.2382
DOSEL_ARB	-0.2730	0.0078	-0.0206	0.1773	0.0804
ALTPROM_ARB	0.1919	0.0494	0.0518	0.2152	-0.4783
RIQFLORIST_ARB	-0.2040	0.2836	-0.0361	0.0376	-0.0349
ALT_HERB	0.1244	0.2434	-0.1982	0.2074	-0.3183
%_MANTILLO	0.2140	0.1080	0.2514	0.2367	0.0472
%_SUELO DES	-0.1621	-0.2218	0.1108	-0.1557	0.0035
%_VEGET	-0.2055	0.0402	0.1507	-0.1387	-0.2877
%_ROCA_PIED	-0.0093	-0.0589	-0.5227	-0.1022	0.1941
Pendiente	0.1464	0.0745	-0.4565	-0.0150	-0.0574
Aspecto	-0.0331	0.0576	-0.2900	0.3434	0.4424
Altitud	0.2462	-0.0818	0.2295	0.0180	0.0621
Dist_agua	-0.1092	0.0971	0.1921	-0.3751	0.1412
	Prin6	Prin7	Prin8	Prin9	Prin10
S	-0.1503	0.0184	-0.0191	0.0123	0.1160
N	-0.0039	0.0475	-0.1074	0.2126	0.2396
H'	0.0686	-0.0118	0.0943	0.0486	0.1340
E	0.3571	-0.1916	0.1423	0.2377	-0.0601
λ	-0.2042	0.0741	-0.1860	-0.0571	-0.0334
ARBOL_HA	-0.0773	0.1558	0.0273	0.2748	-0.2182
TOCON_HA	-0.0367	0.5312	0.4111	0.0539	0.1659
IPOMOEHA_HA	0.2610	0.0464	0.1059	-0.2250	-0.4603
QEDUARDII_HA	0.3175	0.0484	0.2068	0.1720	-0.1601
ABASAL_A	-0.2180	0.1592	-0.1084	0.0978	-0.2401
DOSEL_A	0.2073	-0.0374	-0.1993	-0.0368	0.1466
ALTPROM_A	0.0932	-0.1239	-0.2340	-0.4957	0.1459
RIQFLORIST_A	-0.2288	-0.0509	0.1727	-0.0508	0.0778
ARB_HA	0.0101	0.0370	-0.1085	0.1641	0.2663
ARB_IPO_HA	0.3754	0.1594	-0.1907	-0.0609	-0.2275
ARB_BURS_HA	-0.0370	-0.0624	-0.1958	0.1614	-0.0739
ARB_EYSENHHA	-0.4341	-0.1574	0.2031	0.0515	-0.2835
DOSEL_ARB	-0.0171	-0.0051	0.1777	0.1273	0.2237
ALTPROM_ARB	0.0879	-0.0242	0.0197	0.2761	-0.0393
RIQFLORIST_ARB	-0.0128	0.0112	-0.0054	0.1652	0.1518
ALT_HERB	0.1220	0.0748	-0.2540	-0.0933	0.0653
%_MANTILLO	-0.1651	-0.0889	-0.1043	-0.0625	0.0441
%_SUELO DES	0.2485	-0.3273	0.2867	0.0632	0.0552
%_VEGET	0.0558	0.3004	0.2218	-0.3159	0.0809
%_ROCA_PIED	0.0333	0.0218	-0.2150	0.3309	-0.1595
Pendiente	0.0783	0.2395	0.1676	-0.0399	0.0513
Aspecto	0.0010	0.0437	0.1973	-0.2245	-0.0418
Altitud	0.1207	-0.1486	0.0682	0.0703	0.3904
Dist_agua	0.0885	0.5006	-0.2832	0.1131	0.0784

	Prin11	Prin12	Prin13	Prin14	Prin15
S	-0.0462	0.0213	0.0728	-0.0739	0.1173
N	0.1850	-0.0630	-0.1378	0.2183	0.2814
H'	0.0370	-0.1059	-0.0560	-0.0008	-0.0234
E	0.1186	-0.1578	-0.1079	0.2388	-0.0761
λ	-0.0259	0.1408	0.1285	-0.0485	0.0673
ARBOL_HA	0.1225	-0.0139	-0.1699	0.0236	-0.1728
TOCON_HA	-0.2156	-0.3120	0.4234	-0.0338	0.1456
IPOMOEА_HA	0.1376	-0.2378	0.0344	-0.1301	0.0824
QEDUARDII_HA	-0.3784	0.5434	-0.2551	-0.0111	0.2969
ABASAL_A	0.2633	-0.0883	0.0951	0.1502	0.0302
DOSEL_A	0.3565	0.0246	0.0998	-0.1366	0.1673
ALTPROM_A	-0.1212	-0.0074	0.0057	0.0025	0.2264
RIQFLORIST_A	0.1179	0.2576	0.1235	-0.3533	0.3022
ARB_HA	0.1130	-0.0089	-0.1276	0.2078	0.1680
ARB_IPO_HA	-0.1497	-0.1118	0.1376	-0.1899	0.0801
ARB_BURS_HA	-0.2606	0.0295	0.3553	0.1358	-0.0737
ARB_EYSENH'HA	0.0904	0.0837	0.0293	0.2252	0.3182
DOSEL_ARB	-0.0549	-0.0096	-0.1852	-0.3093	-0.1516
ALTPROM_ARB	0.2064	0.1896	0.1212	-0.2087	-0.2372
RIQFLORIST_ARB	-0.0671	-0.0178	0.0204	-0.1845	-0.2000
ALT_HERB	0.1629	0.0703	0.1379	0.2023	-0.0274
%_MANTILLO	-0.3664	-0.1505	-0.1633	0.1159	-0.1562
%_SUELO DES	0.0307	0.0769	0.3884	0.2848	0.1845
%_VEGET	0.3692	0.2289	-0.1709	-0.0521	-0.0574
%_ROCA_PIED	0.1321	-0.0493	0.1595	-0.2567	0.1572
Pendiente	0.0389	-0.2570	-0.2614	0.2190	0.1358
Aspecto	0.0972	0.3147	0.2564	0.2729	-0.4588
Altitud	0.0608	-0.0202	0.1913	-0.0578	-0.0416
Dist_agua	-0.0860	0.3237	0.0470	0.2260	0.0137

	Prin16	Prin17	Prin18	Prin19	Prin20
S	0.2511	0.0278	0.0308	-0.0359	-0.2492
N	-0.1290	-0.0615	-0.0978	-0.0499	-0.0259
H'	0.0468	-0.1237	-0.0968	-0.1820	0.0405
E	-0.3276	0.1780	-0.0333	0.2158	-0.1715
λ	0.0676	0.1249	0.2123	0.0663	-0.1632
ARBOL_HA	0.0694	0.0962	0.2617	-0.0296	0.3685
TOCON_HA	-0.1849	0.1503	-0.1272	0.0860	-0.0371
IPOMOEА_HA	-0.0140	-0.2554	-0.0245	0.1541	-0.2358
QEDUARDII_HA	-0.0517	0.0628	0.1229	-0.0359	-0.1185
ABASAL_A	0.0772	0.0151	0.0132	-0.0707	-0.0383
DOSEL_A	0.3106	0.5160	0.0028	0.2169	-0.2072
ALTPROM_A	-0.1754	0.1376	-0.2386	0.0879	0.4377
RIQFLORIST_A	-0.0312	-0.2738	-0.0109	-0.1732	-0.1095
ARB_HA	-0.1844	0.0225	-0.1209	-0.2181	0.0490
ARB_IPO_HA	0.1469	0.0293	0.1323	-0.1927	0.3707
ARB_BURS_HA	-0.1858	0.0668	0.1916	-0.0199	-0.1012
ARB_EYSENH'HA	0.0206	0.1071	0.0503	0.2758	0.3316
DOSEL_ARB	0.1653	-0.0703	-0.0043	0.6323	0.1387
ALTPROM_ARB	0.1218	-0.1660	-0.5160	-0.1394	0.1236
RIQFLORIST_ARB	0.1200	0.3455	0.2056	-0.2449	0.0300
ALT_HERB	0.0228	-0.3818	0.2815	0.1605	-0.1369
%_MANTILLO	0.1526	-0.0622	-0.0995	0.0302	-0.1413
%_SUELO DES	0.3956	-0.0052	-0.0386	-0.0558	0.0972
%_VEGET	-0.2167	0.1415	0.1827	-0.0945	0.0111
%_ROCA_PIED	-0.2165	-0.0425	-0.0129	0.0749	0.1230
Pendiente	0.4143	-0.1324	0.1288	-0.1420	0.0784
Aspecto	-0.0336	0.0761	-0.0711	-0.0044	0.0663
Altitud	-0.1199	-0.2974	0.4613	0.0749	0.2248
Dist_agua	0.1478	-0.1379	-0.1943	0.2803	0.0699

	Prin21	Prin22	Prin23	Prin24	Prin25
S	-0.0153	0.0389	0.4199	-0.1106	0.6892
N	0.1658	-0.1654	0.1242	0.0031	-0.0967
H'	0.0188	0.0915	-0.1171	0.8315	0.0000
E	0.0789	-0.0993	0.3569	-0.0735	-0.1036
λ	0.1840	0.0169	0.2035	0.3690	-0.0549
ARBOL_HA	0.3054	0.3293	-0.0479	-0.0310	0.2043
TOCON_HA	-0.0721	0.0574	0.0214	0.0258	-0.0171
IPOMOEHA	-0.0361	0.0863	-0.3634	-0.0531	0.1853
QEDUARDII_HA	-0.1407	0.0880	-0.0270	0.0919	0.0560
ABASAL_A	-0.2350	0.2583	0.2100	0.0278	-0.1432
DOSEL_A	0.0769	-0.1712	-0.2592	0.0660	-0.0233
ALTPROM_A	0.0654	0.3087	0.0395	-0.0618	0.0918
RIQFLORIST_A	0.2362	-0.0147	0.0331	-0.2025	-0.3536
ARB_HA	-0.1187	0.1905	-0.1707	-0.1006	0.0833
ARB_IPO_HA	-0.0061	-0.3096	0.3740	0.0360	-0.1821
ARB_BURS_HA	0.5416	0.0828	-0.2384	-0.0637	-0.0391
ARB_EYSENH'HA	-0.1945	-0.2932	-0.1008	0.0686	-0.0084
DOSEL_ARB	0.1011	0.2388	0.1350	0.0091	-0.1743
ALTPROM_ARB	0.0667	-0.0851	0.0278	-0.0418	0.0809
RIQFLORIST_ARB	-0.4029	0.1297	-0.1917	-0.1931	-0.2091
ALT_HERB	-0.2439	0.2625	-0.1409	-0.0048	-0.2084
%_MANTILLO	-0.0334	-0.1479	-0.0354	-0.0132	-0.0904
%_SUELO DES	0.0387	0.3062	0.0352	-0.0282	-0.0544
%_VEGET	0.1174	0.0186	0.0585	0.0081	0.0318
%_ROCA_PIED	-0.0821	0.0134	-0.0249	0.0250	0.1187
Pendiente	0.2647	-0.1268	-0.0797	-0.1673	-0.0557
Aspecto	0.0038	-0.1597	0.0445	0.0084	0.0317
Altitud	-0.1214	-0.2965	-0.1393	0.0097	0.2669
Dist_agua	-0.0363	-0.1163	-0.1743	-0.0526	0.0245

	Prin26	Prin27	Prin28	Prin29
S	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
N	-0.0461	-0.6113	-0.0273	0.0190
H'	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
E	0.0276	0.1664	-0.0856	0.3171
λ	0.0322	0.1529	-0.0891	0.5868
ARBOL_HA	0.0313	-0.0580	-0.4005	-0.0489
TOCON_HA	0.0084	-0.0053	-0.1094	-0.0612
IPOMOEHA	0.0017	-0.0583	-0.0090	0.2753
QEDUARDII_HA	-0.0227	-0.0643	0.1806	-0.0452
ABASAL_A	-0.0572	-0.0211	0.6021	0.0000
DOSEL_A	0.0026	0.0699	-0.0150	-0.2190
ALTPROM_A	-0.0135	-0.1188	0.0953	0.2413
RIQFLORIST_A	0.0275	0.1266	-0.1676	0.0931
ARB_HA	0.0516	0.6446	0.0000	0.0000
ARB_IPO_HA	0.0114	0.1668	-0.0076	-0.1311
ARB_BURS_HA	-0.0311	0.0115	0.3273	-0.0945
ARB_EYSENH'HA	0.0103	0.0775	-0.0391	0.0230
DOSEL_ARB	-0.0162	0.0823	0.2371	-0.0487
ALTPROM_ARB	-0.0067	0.0125	0.1177	0.1591
RIQFLORIST_ARB	-0.0062	-0.2233	-0.0399	0.3985
ALT_HERB	0.0190	-0.0010	-0.2446	-0.1721
%_MANTILLO	0.6762	0.0000	0.0000	0.0000
%_SUELO DES	0.2755	-0.0785	-0.0611	0.0193
%_VEGET	0.4421	-0.0522	0.1691	-0.0621
%_ROCA_PIED	0.5066	-0.0663	0.0594	0.0066
Pendiente	-0.0088	0.0963	0.2258	0.2170
Aspecto	-0.0015	-0.0024	0.0183	0.0175
Altitud	-0.0154	0.0072	0.2066	0.1527
Dist_agua	0.0127	0.0005	-0.0946	0.1953

Análisis de varianza univariados y pruebas de *Tukey* para atributos biofísicos

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
Tipo_Veget	3	BQ, MS, PI

Número de observaciones leídas	24
Número de observaciones usadas	24

Variable dependiente: S

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	47.1898087	23.5949044	9.8	0.001
Error	21	50.5833394	2.40873045		
Total correcto	23	97.7731482			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.482646	32.03687	1.552009	4.844444

Variable dependiente: N

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	23308.872	11654.436	7.26	0.004
Error	21	33727.3857	1606.06598		
Total correcto	23	57036.2577			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.408668	50.15346	40.07575	79.90625

Variable dependiente: H'

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1.52923749	0.76461874	9.62	0.0011
Error	21	1.66843764	0.07944941		
Total correcto	23	3.19767513			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.478234	27.69688	0.281868	1.017688

Variable dependiente: E

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.24458571	0.12229285	16.38	<.0001
Error	21	0.15680045	0.00746669		
Total correcto	23	0.40138616			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.609353	12.58373	0.08641	0.686681

Variable dependiente: λ

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.28343868	0.14171934	11.41	0.0004
Error	21	0.26087311	0.01242253		
Total	23	0.5443118			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.520729	24.24473	0.111456	0.459714

Variable dependiente: ARBOL_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1008864.87	504432.435	14.72	0.0001
Error	21	719868.283	34279.442		
Total	23	1728733.15			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.583586	47.88502	185.1471	386.6493

Variable dependiente: TOCON_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1499.25397	749.626983	4.34	0.0265
Error	21	3630.07908	172.860909		
Total	23	5129.33304			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.29229	115.6191	13.14766	11.37153

Variable dependiente: IPOMOEA_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	16548.8055	8274.40273	5.33	0.0134
Error	21	32585.8517	1551.70722		
Total	23	49134.6571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.336805	173.8669	39.39172	22.65625

Variable dependiente: QEDUARDII_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	128479.514	64239.7569	6.24	0.0075
Error	21	216129.514	10291.8816		
Total	23	344609.028			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.372827	125.1812	101.4489	81.04167

Variable dependiente: ABASAL_A

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1092.15178	546.075891	11.29	0.0005
Error	21	1015.7502	48.369057		
Total	23	2107.90198			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.518123	52.01541	6.954787	13.37063

Variable dependiente: DOSEL_DE_A

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	14160.8062	7080.40309	13.31	0.0002
Error	21	11173.3281	532.06324		
Total	23	25334.1343			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.558962	39.79246	23.0665	57.967

Variable dependiente: ALTPROM_A

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	106.214246	53.1071229	8.99	0.0015
Error	21	124.117412	5.9103529		
Total	23	230.331657			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.461136	37.11518	2.431122	6.550208

Variable dependiente: RIQFLORIST_A

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	8.27911198	4.13955599	3.91	0.0359
Error	21	22.2179251	1.05799643		
Total	23	30.497037			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.271473	45.268	1.02859	2.272222

Variable dependiente: ARB_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	21330026.9	10665013.4	10.78	0.0006
Error	21	20767058.5	988907.55		
Total	23	42097085.4			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.506687	58.5969	994.4383	1697.083

Variable dependiente: ARB_IPO_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	108796.736	54398.3677	7.31	0.0039
Error	21	156305.804	7443.1335		
Total	23	265102.539			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.410395	155.5355	86.2736	55.46875

Variable dependiente: ARB_BURSERHA_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	17436.7519	8718.37595	13.08	0.0002
Error	21	13997.9052	666.56692		
Total	23	31434.6571			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.554698	130.7928	25.81796	19.73958

Variable dependiente: ARB_EYSENHA_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	666620.37	333310.185	8.3	0.0022
Error	21	842812.5	40133.929		
Total	23	1509432.87			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.441636	187.3258	200.3345	106.9444

Variable dependiente: DOSEL_DE_ARB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	4722009.57	2361004.79	27.99	<.0001
Error	21	1771523.06	84358.241		
Total	23	6493532.63			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.727187	27.94092	290.4449	1039.497

Variable dependiente: ALTPROM_ARB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3.75871457	1.87935729	3.16	0.0629
Error	21	12.4711484	0.59386421		
Total	23	16.2298629			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.231593	35.67884	0.770626	2.159896

Variable dependiente: RIQFLORIST_ARB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	71.1949823	35.5974912	13.63	0.0002
Error	21	54.8283394	2.6108733		
Total	23	126.023322			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.564935	39.32365	1.61582	4.109028

Variable dependiente: ALT_HERB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	4412.08753	2206.04377	3.06	0.0681
Error	21	15133.8119	720.65771		
Total	23	19545.8994			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.22573	60.82241	26.84507	44.13681

Variable dependiente: MANT

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	6099.64074	3049.82037	7.08	0.0045
Error	21	9050.23397	430.96352		
Total	23	15149.8747			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.40262	46.95502	20.75966	44.21181

Variable dependiente: SDES

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	741.088265	370.544133	4.37	0.0258
Error	21	1779.2633	84.726824		
Total	23	2520.35156			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.294042	87.75103	9.204717	10.48958

Variable dependiente: VEGET

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2898.72259	1449.3613	7.23	0.0041
Error	21	4208.52625	200.406012		
Total	23	7107.24884			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.407854	51.46512	14.15648	27.50694

Variable dependiente: ROC_1

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	358.508681	179.25434	0.44	0.6483
Error	21	8506.96354	405.093502		
Total	23	8865.47222			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.040439	113.1256	20.12693	17.79167

Variable dependiente: Pendiente

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	365.588585	182.794293	1.5	0.2466
Error	21	2563.51807	122.072289		
Total	23	2929.10666			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.124812	39.5395	11.04863	27.94328

Variable dependiente: Aspecto

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	6374.4917	3187.2458	0.31	0.7397
Error	21	218826.218	10420.2961		
Total	23	225200.71			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.028306	45.40423	102.0799	224.8246

Variable dependiente: Altitud

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	418612.311	209306.156	13.09	0.0002
Error	21	335905.332	15995.492		
Total	23	754517.643			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.554808	5.699239	126.4733	2219.126

Variable dependiente: Distancia_agua

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	200324.148	100162.074	2.68	0.0916
Error	21	783617.805	37315.1336		
Total	23	983941.953			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.203593	58.61084	193.1713	329.5828

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para S
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	2.40873
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
MS	- PI	2.8571	0.4052	5.3091	***
MS	- BQ	3.1443	1.3104	4.9783	***
PI	- MS	-2.8571	-5.3091	-0.4052	***
PI	- BQ	0.2872	-1.9496	2.5239	
BQ	- MS	-3.1443	-4.9783	-1.3104	***
BQ	- PI	-0.2872	-2.5239	1.9496	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para N
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	1606.066
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
PI	- MS	18.31	-45	81.63	
PI	- BQ	73.04	15.29	130.8	***
MS	- PI	-18.31	-81.63	45	
MS	- BQ	54.73	7.37	102.09	***
BQ	- PI	-73.04	-130.8	-15.29	***
BQ	- MS	-54.73	-102.09	-7.37	***

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para H'
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.079449
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
MS	- BQ	0.4269	0.0938	0.76	***
MS	- PI	0.7358	0.2904	1.1811	***
BQ	- MS	-0.4269	-0.76	-0.0938	***
BQ	- PI	0.3089	-0.0974	0.7151	
PI	- MS	-0.7358	-1.1811	-0.2904	***
PI	- BQ	-0.3089	-0.7151	0.0974	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para E
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.007467
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- MS	0.00226	-0.09985	0.10437
BQ	- PI	0.27166	0.14712	0.39619 ***
MS	- BQ	-0.00226	-0.10437	0.09985
MS	- PI	0.2694	0.13288	0.40591 ***
PI	- BQ	-0.27166	-0.39619	-0.14712 ***
PI	- MS	-0.2694	-0.40591	-0.13288 ***

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para λ
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.012423
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI	- BQ	0.20165	0.04102	0.36228 ***
PI	- MS	0.33331	0.15722	0.50939 ***
BQ	- PI	-0.20165	-0.36228	-0.04102 ***
BQ	- MS	0.13166	-0.00004	0.26337
MS	- PI	-0.33331	-0.50939	-0.15722 ***
MS	- BQ	-0.13166	-0.26337	0.00004

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARBOL_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	34279.44
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- MS	339.9	121.12	558.69 ***
BQ	- PI	499.7	232.86	766.53 ***
MS	- BQ	-339.9	-558.69	-121.12 ***
MS	- PI	159.79	-132.71	452.3
PI	- BQ	-499.7	-766.53	-232.86 ***
PI	- MS	-159.79	-452.3	132.71

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para TOCON_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	172.8609
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- PI	13.902	-5.046	32.851
BQ	- MS	16.804	1.268	32.34 ***
PI	- BQ	-13.902	-32.851	5.046
PI	- MS	2.902	-17.87	23.673
MS	- BQ	-16.804	-32.34	-1.268 ***
MS	- PI	-2.902	-23.673	17.87

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para IPOMOEHA_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.5
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	1551.707
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- PI	41.37	-20.86	103.6
MS	- BQ	60.28	13.73	106.83 ***
PI	- MS	-41.37	-103.6	20.86
PI	- BQ	18.91	-37.86	75.68
BQ	- MS	-60.28	-106.83	-13.73 ***
BQ	- PI	-18.91	-75.68	37.86

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para QEDUARDII_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	10291.88
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- PI	144.17	-2.04	290.37
BQ	- MS	148.33	28.46	268.21 ***
PI	- BQ	-144.17	-290.37	2.04
PI	- MS	4.17	-156.11	164.44
MS	- BQ	-148.33	-268.21	-28.46 ***
MS	- PI	-4.17	-164.44	156.11

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ABASAL_A
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	48.36906
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
BQ	- MS	11.631	3.413	19.849	***
BQ	- PI	16.029	6.005	26.052	***
MS	- BQ	-11.631	-19.849	-3.413	***
MS	- PI	4.398	-6.59	15.385	
PI	- BQ	-16.029	-26.052	-6.005	***
PI	- MS	-4.398	-15.385	6.59	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DOSEL_DE_A
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	532.0632
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
BQ	- MS	44.825	17.568	72.081	***
BQ	- PI	54.491	21.248	87.734	***
MS	- BQ	-44.825	-72.081	-17.568	***
MS	- PI	9.666	-26.775	46.108	
PI	- BQ	-54.491	-87.734	-21.248	***
PI	- MS	-9.666	-46.108	26.775	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTPROM_A
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	5.910353
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%		
BQ	- MS	3.3579	0.4851	6.2306	***
BQ	- PI	5.234	1.7303	8.7377	***
MS	- BQ	-3.3579	-6.2306	-0.4851	***
MS	- PI	1.8761	-1.9647	5.7169	
PI	- BQ	-5.234	-8.7377	-1.7303	***
PI	- MS	-1.8761	-5.7169	1.9647	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RIQFLORIST_A
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	1.057996
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- MS	0.3511	-0.8643	1.5665
BQ	- PI	1.6446	0.1622	3.1269 ***
MS	- BQ	-0.3511	-1.5665	0.8643
MS	- PI	1.2935	-0.3316	2.9185
PI	- BQ	-1.6446	-3.1269	-0.1622 ***
PI	- MS	-1.2935	-2.9185	0.3316

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	988907.5
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI	- MS	591.8	-979.3	2162.8
PI	- BQ	2228.7	795.5	3661.8 ***
MS	- PI	-591.8	-2162.8	979.3
MS	- BQ	1636.9	461.8	2812 ***
BQ	- PI	-2228.7	-3661.8	-795.5 ***
BQ	- MS	-1636.9	-2812	-461.8 ***

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_IPO_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	7443.134
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- PI	91.96	-44.34	228.26
MS	- BQ	154.46	52.52	256.41 ***
PI	- MS	-91.96	-228.26	44.34
PI	- BQ	62.5	-61.84	186.84
BQ	- MS	-154.46	-256.41	-52.52 ***
BQ	- PI	-62.5	-186.84	61.84

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_BURSESA_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	666.5669
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- PI	57.56	16.77	98.35 ***
MS	- BQ	59.8	29.3	90.31 ***
PI	- MS	-57.56	-98.35	-16.77 ***
PI	- BQ	2.24	-34.97	39.45
BQ	- MS	-59.8	-90.31	-29.3 ***
BQ	- PI	-2.24	-39.45	34.97

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_EYSENHA_HA
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	40133.93
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- BQ	366.67	129.94	603.39 ***
MS	- PI	366.67	50.17	683.17 ***
BQ	- MS	-366.67	-603.39	-129.94 ***
BQ	- PI	0	-288.72	288.72
PI	- MS	-366.67	-683.17	-50.17 ***
PI	- BQ	0	-288.72	288.72

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DOSEL_DE_ARB
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	84358.24
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI	- MS	194.1	-264.7	653
PI	- BQ	1004.7	586.1	1423.3 ***
MS	- PI	-194.1	-653	264.7
MS	- BQ	810.5	467.3	1153.8 ***
BQ	- PI	-1004.7	-1423.3	-586.1 ***
BQ	- MS	-810.5	-1153.8	-467.3 ***

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTPROM_ARB
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	0.593864
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- MS	0.4846	-0.426	1.3952
BQ	- PI	1.068	-0.0426	2.1786
MS	- BQ	-0.4846	-1.3952	0.426
MS	- PI	0.5834	-0.6341	1.8009
PI	- BQ	-1.068	-2.1786	0.0426
PI	- MS	-0.5834	-1.8009	0.6341

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para RIQFLORIST_ARB
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	2.610873
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- PI	2.8762	0.3234	5.4289 ***
MS	- BQ	3.9467	2.0374	5.8561 ***
PI	- MS	-2.8762	-5.4289	-0.3234 ***
PI	- BQ	1.0705	-1.2582	3.3992
BQ	- MS	-3.9467	-5.8561	-2.0374 ***
BQ	- PI	-1.0705	-3.3992	1.2582

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALT_HERB
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	720.6577
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- MS	2.66	-29.07	34.38
BQ	- PI	37.18	-1.51	75.87
MS	- BQ	-2.66	-34.38	29.07
MS	- PI	34.52	-7.89	76.93
PI	- BQ	-37.18	-75.87	1.51
PI	- MS	-34.52	-76.93	7.89

NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	430.9635
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ - MS	27.263	2.732	51.794 ***
BQ - PI	38.096	8.178	68.015 ***
MS - BQ	-27.263	-51.794	-2.732 ***
MS - PI	10.833	-21.964	43.631
PI - BQ	-38.096	-68.015	-8.178 ***
PI - MS	-10.833	-43.631	21.964

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para SDES

NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	84.72682
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI - MS	9.842	-4.7	24.384
PI - BQ	15.373	2.108	28.639 ***
MS - PI	-9.842	-24.384	4.7
MS - BQ	5.531	-5.346	16.408
BQ - PI	-15.373	-28.639	-2.108 ***
BQ - MS	-5.531	-16.408	5.346

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VEGET

NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	200.406
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS - PI	10.738	-11.627	33.103
MS - BQ	24.815	8.087	41.543 ***
PI - MS	-10.738	-33.103	11.627
PI - BQ	14.077	-6.325	34.479
BQ - MS	-24.815	-41.543	-8.087 ***
BQ - PI	-14.077	-34.479	6.325

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ROC_1
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	405.0935
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI	- BQ	8.646	-20.361	37.653
PI	- MS	11.729	-20.068	43.527
BQ	- PI	-8.646	-37.653	20.361
BQ	- MS	3.083	-20.7	26.867
MS	- PI	-11.729	-43.527	20.068
MS	- BQ	-3.083	-26.867	20.7

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Pendiente
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	122.0723
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- PI	7.371	-8.552	23.294
BQ	- MS	8.076	-4.98	21.131
PI	- BQ	-7.371	-23.294	8.552
PI	- MS	0.704	-16.751	18.16
MS	- BQ	-8.076	-21.131	4.98
MS	- PI	-0.704	-18.16	16.751

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Aspecto
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	10420.3
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
PI	- BQ	32.43	-114.68	179.55
PI	- MS	50.03	-111.24	211.31
BQ	- PI	-32.43	-179.55	114.68
BQ	- MS	17.6	-103.02	138.22
MS	- PI	-50.03	-211.31	111.24
MS	- BQ	-17.6	-138.22	103.02

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Altitud
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	15995.49
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
BQ	- PI	223.4	41.13	405.67 ***
BQ	- MS	284.16	134.71	433.61 ***
PI	- BQ	-223.4	-405.67	-41.13 ***
PI	- MS	60.76	-139.05	260.57
MS	- BQ	-284.16	-433.61	-134.71 ***
MS	- PI	-60.76	-260.57	139.05

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Distancia_agua
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	21
Error de cuadrado medio	37315.13
Valor crítico del rango estudentizado	3.56463

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget	comparación	Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	- PI	172.13	-133.05	477.31
MS	- BQ	207.38	-20.88	435.64
PI	- MS	-172.13	-477.31	133.05
PI	- BQ	35.25	-243.15	313.65
BQ	- MS	-207.38	-435.64	20.88
BQ	- PI	-35.25	-313.65	243.15

Anexo C

Análisis de varianza de la densidad de venados por tipo de vegetación

Procedimiento GLM

Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
Tipo_Veget	3	BQ, MS, PI

Número de observaciones leídas	60
Número de observaciones usadas	60

Variable dependiente: Densidad venados_tasa def 12.7

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	9209.55227	4604.77613	4.54	0.0148
Error	57	57843.1687	1014.79243		
Total correcto	59	67052.7209			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.137348	161.4719	31.85581	19.72839

Variable dependiente: Densidad venados_tasa def 22.0

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3069.02621	1534.5131	4.54	0.0148
Error	57	19275.8774	338.17329		
Total correcto	59	22344.9036			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.137348	161.4719	18.38949	11.38866

Variable dependiente: Densidad venados_tasa def 25.0

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2376.6539	1188.32695	4.54	0.0148
Error	57	14927.2395	261.88139		
Total	59	17303.8934			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	MEDIA
0.137348	161.4719	16.18275	10.02202

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Densidad venados_tasa def 12.7
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	57
Error de cuadrado medio	1014.792
Valor crítico del rango estudentizado	3.4032

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación		Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	-	BQ	21.502	-1.298 44.303
MS	-	PI	31.417	4.704 58.13 ***
BQ	-	MS	-21.502	-44.303 1.298
BQ	-	PI	9.915	-15.497 35.327
PI	-	MS	-31.417	-58.13 -4.704 ***
PI	-	BQ	-9.915	-35.327 15.497

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Densidad venados_tasa def 22.0
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	57
Error de cuadrado medio	338.1733
Valor crítico del rango estudentizado	3.4032

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación		Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	-	BQ	12.413	-0.749 25.575
MS	-	PI	18.136	2.716 33.557 ***
BQ	-	MS	-12.413	-25.575 0.749
BQ	-	PI	5.723	-8.946 20.393
PI	-	MS	-18.136	-33.557 -2.716 ***
PI	-	BQ	-5.723	-20.393 8.946

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Densidad venados_tasa def 25.0
 NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	57
Error de cuadrado medio	261.8814
Valor crítico del rango estudentizado	3.4032

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

Tipo_Veget comparación		Diferencia entre medias	Limites de confianza 95%	
MS	-	BQ	10.923	-0.659 22.506
MS	-	PI	15.96	2.39 29.53 ***
BQ	-	MS	-10.923	-22.506 0.659
BQ	-	PI	5.037	-7.873 17.946
PI	-	MS	-15.96	-29.53 -2.39 ***
PI	-	BQ	-5.037	-17.946 7.873

Regresión múltiple entre la densidad de venados y los atributos físicos por tipo de vegetación

----- Tipo Veget=BQ -----

Procedimiento REG
 Modelo: MODEL1
 Variable dependiente: Venados / km²
 Number of Observations Read 26
 Number of Observations Used 26

No variable met the 0.0500 significance level for entry into the model.

----- Tipo Veget=MS -----

Procedimiento REG
 Modelo: MODEL1
 Variable dependiente: Venados / km²
 Number of Observations Read 20
 Number of Observations Used 20

Selección hacia delante: Paso 1

Variable DISTAGUA introducida: R-cuadrado = 0.3016 y C(p) = 5.8825

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	2568.01638	2568.01638	7.77	0.0121
Error	18	5947.08337	330.39352		
Total corregido	19	8515.09975			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	39.61124	8.60071	7008.08770	21.21	0.0002
DISTAGUA	-0.03433	0.01231	2568.01638	7.77	0.0121

Límites en el número de la condición: 1, 1

----- Selección hacia delante: Paso 2 -----

Variable ASPECTO introducida: R-cuadrado = 0.4947 y C(p) = 1.8306

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	4212.76074	2106.38037	8.32	0.0030
Error	17	4302.33901	253.07877		
Total corregido	19	8515.09975			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	22.22047	10.15868	1210.84258	4.78	0.0430
ASPECTO	0.09332	0.03661	1644.74436	6.50	0.0207
DISTAGUA	-0.03847	0.01090	3152.96384	12.46	0.0026

Límites en el número de la condición: 1.0227, 4.0908

----- No other variable met the 0.0500 significance level for entry into the model. -----

Resumen de Selección hacia delante

Paso	Variable introducida	R-cuadrado parcial	R cuadrado del modelo	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	DISTAGUA	0.3016	0.3016	5.8825	7.77	0.0121
2	ASPECTO	0.1932	0.4947	1.8306	6.50	0.0207

----- Tipo Veget=PI -----

Procedimiento REG
 Modelo: MODEL1
 Variable dependiente: Venados / km²
 Number of Observations Read 14
 Number of Observations Used 14

Selección hacia delante: Paso 1

Variable PENDIENTE introducida: R-cuadrado = 0.5511 y C(p) = -0.2453

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	140.36543	140.36543	14.73	0.0024
Error	12	114.34028	9.52836		
Total corregido	13	254.70571			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	17.40274	3.96451	183.60117	19.27	0.0009
PENDIENTE	-0.60763	0.15831	140.36543	14.73	0.0024

Límites en el número de la condición: 1, 1

 No other variable met the 0.0500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección hacia delante

Paso	Variable introducida	R-cuadrado parcial	R cuadrado del modelo	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	PENDIENTE	0.5511	0.5511	-0.2453	14.73	0.0024

Regresión múltiple entre la densidad de venados y los atributos bióticos

Procedimiento REG
 Modelo: MODEL1
 Variable dependiente: Venados / km²

Number of Observations Read 24
 Number of Observations Used 24

Selección hacia delante: Paso 1

Variable IPOMOEА_HА introducida: R-cuadrado = 0.3963 y C(p) = .

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	2143.72611	2143.72611	14.44	0.0010
Error	22	3265.05613	148.41164		
Total corregido	23	5408.78224			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	7.79515	2.78105	1166.00000	7.86	0.0104
IPOMOEА_HА	0.20888	0.05496	2143.72611	14.44	0.0010

Límites en el número de la condición: 1, 1

 Selección hacia delante: Paso 2

Variable ALTPROM_ARB introducida: R-cuadrado = 0.5860 y C(p) = .

Análisis de la varianza					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	3169.42311	1584.71155	14.86	<.0001
Error	21	2239.35913	106.63615		
Total corregido	23	5408.78224			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Type II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	-11.51539	6.65772	319.01437	2.99	0.0984
IPOMOEА_HА	0.25901	0.04931	2942.02152	27.59	<.0001
ALTPROM_ARB	8.41465	2.71318	1025.69700	9.62	0.0054

Límites en el número de la condición: 1.1204, 4.4815

 No other variable met the 0.0500 significance level for entry into the model.

Resumen de Selección hacia delante			
Paso	Variable introducida	R-cuadrado parcial	R cuadrado del modelo
1	IPOMOEА_HА	0.3963	0.3963
2	ALTPROM_ARB	0.1896	0.5860

Resumen de Selección hacia delante			
Paso	C(p)	F-Valor	Pr > F
1	.	14.44	0.0010
2	.	9.62	0.0054

Anexo D

Regresión logística entre presencia de grupos fecales y atributos físicos

Procedimiento LOGISTIC

Información del Modelo

Conjunto de datos	SASUSER.REG_LOG_1_MOD
Variable de respuesta	PRES_GPOS
Número de niveles de respuesta	2
Modelo	logit binario
Técnica de optimización	Puntuación de Fisher

Number of Observations Read	306
Number of Observations Used	306

Perfil de respuesta

Valor ordenado	USO_ HABITAT	Frecuencia total
1	1	168
2	0	138

La probabilidad modelada es PRES_GPOS='1'

Procedimiento de selección hacia delante

Información de nivel de clase

Clase	Valor	Diseño de variables	
TIPOVEG	BQ	1	0
	MS	0	1
	PI	-1	-1

Step 0 Intercept entered:
 Estado de convergencia del modelo
 Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
 -2 LOG L = 421.260

Test residual de chi-cuadrado		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
51.6707	6	<.0001

Step 1 TIPOVEG entered:
 Estado de convergencia del modelo
 Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Criterio	Términos independientes y variables adicionales	
	Solo términos independientes	Términos independientes y variables adicionales
AIC	423.260	390.505
SC	426.984	401.676
-2 LOG L	421.260	384.505

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	36.755	2	<.0001
Puntuación	35.866	2	<.0001
Wald	34.199	2	<.0001

Test residual de chi-cuadrado		
Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
17.7489	4	0.0014

Step 2 ELEVACION entered:
Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Criterio	Términos	
	Solo términos independientes	independientes y variables adicionales
AIC	423.260	384.267
SC	426.984	399.161
-2 LOG L	421.260	376.267

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	44.994	3	<.0001
Puntuación	42.850	3	<.0001
Wald	38.986	3	<.0001

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
9.5433	3	0.0229

Step 3 PENDIENTE entered:
Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Criterio	Términos	
	Solo términos independientes	independientes y variables adicionales
AIC	423.260	381.223
SC	426.984	399.841
-2 LOG L	421.260	371.223

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	50.037	4	<.0001
Puntuación	47.363	4	<.0001
Wald	41.764	4	<.0001

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
4.6933	2	0.0957

Step 4 DISTAGUA entered:
Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Criterio	Términos	
	Solo términos independientes	independientes y variables adicionales
AIC	423.26	378.646
SC	426.984	400.987
-2 LOG L	421.26	366.646

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	54.614	5	<.0001
Puntuación	51.572	5	<.0001
Wald	45.345	5	<.0001

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
0.185	1	0.6671

No (additional) effects met the 0.05 significance level for entry into the model.

Resumen de selección hacia delante

Paso	Efecto introducido	DF	Chi-cuadrado de puntuación	Pr > ChiSq
1	TIPOVEG	2	35.8660	<.0001
2	ELEVACION	1	8.1258	0.0044
3	PENDIENTE	1	4.9718	0.0258
4	DISTAGUA	1	4.4944	0.034

Estadísticos de desviación y de bondad de ajuste de Pearson

Criterio	Valor	DF	Valor/DF	Pr > ChiSq
Deviance	366.646	249	1.4725	<.0001
Pearson	308.815	249	1.2402	0.0059

Número de perfiles únicos: 255

Tipo 3 Análisis de efectos

Efecto	DF	Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
PENDIENTE	1	4.772	0.0289
ELEVACION	1	10.377	0.0013
DISTAGUA	1	4.366	0.0367
TIPOVEG	2	39.286	<.0001

Análisis del estimador de máxima verosimilitud

Error	Chi-cuadrado				
Parámetro	DF	Estimador	Error estándar	Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
Intercept	1	-6.042	2.131	8.040	0.0046
PENDIENTE	1	-0.022	0.010	4.772	0.0289
ELEVACION	1	0.003	0.001	10.377	0.0013
DISTAGUA	1	-0.001	0.000	4.366	0.0367
TIPOVEG_BQ	1	-0.787	0.258	9.305	0.0023
TIPOVEG_MS	1	1.384	0.222	38.922	<.0001

Estimadores de cocientes de disparidad

Efecto	Estimador del punto	Límites de confianza 95% Wald	
PENDIENTE	0.978	0.959	0.998
ELEVACION	1.003	1.001	1.005
DISTAGUA	0.999	0.999	1
BQ vs PI	0.827	0.356	1.924
MS vs PI	7.256	3.547	14.844

Asociación de probabilidades predichas y respuestas observadas

Concordancia de porcentaje	74 D de Somers	0.481
Discordancia de porcentaje	25.8 Gamma	0.483
Porcentaje ligado	0.2 Tau-a	0.239
Pares	23184 c	0.741

Matriz de covarianza estimada			
Parámetro	Intercept	PENDIENTE	ELEVACION
Intercept	4.54079	0.00151	-0.00209
PENDIENTE	0.00151	0.000104	-1.88E-06
ELEVACION	-0.00209	-1.88E-06	9.86E-07
DISTAGUA	-0.00002	5.13E-08	-1.70E-08
TIPOVEG_2BQ	0.383421	0.000053	-0.00018
TIPOVEG_2MS	-0.29429	-0.00028	0.000137

Regresión logística entre presencia de grupos fecales y atributos bióticos

Procedimiento LOGISTIC

Información del modelo

Conjunto de datos	SASUSER.PARCELAS_2
Variable de respuesta	PRES_GPOS
Número de niveles de respuesta	2
Modelo	logit binario
Técnica de optimización	Puntuación de Fisher

Number of Observations Read	101
Number of Observations Used	101

Perfil de respuesta

Valor ordenado	PRES_GPOS	Frecuencia total
1	1	31
2	0	70

La probabilidad modelada es PRES_GPOS=1.

Procedimiento de selección progresiva

Información de nivel de clase

Clase	Valor	Diseño de variables	
TIPOVEG_2	BQ	1	0
	MS	0	1
	PI	-1	-1

Step 0. Intercept entered:

Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
-2 LOG L = 124.558

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
48.2969	30	0.0185

Step 1. Effect ARB_VARADUZ_HA entered:

Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
Estadístico de ajuste del modelo

Criterio	Sólo términos independientes	Términos independientes	
		Y	Variables adicionales
AIC	126.558		115.953
SC	129.173		121.183
-2 LOG L	124.558		111.953

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	12.6050	1	0.0004
Puntuación	13.1591	1	0.0003
Wald	7.9509	1	0.0048

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
40.8299	29	0.0713

NOTA: No se han eliminado efectos para el modelo en el Paso 1.

Step 2. Effect ALTPROM_ARB entered:

Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
Estadístico de ajuste del modelo

Criterio	Sólo términos independientes	Términos independientes	
		Y	Variables adicionales
AIC	126.558	106.094	
SC	129.173	113.939	
-2 LOG L	124.558	100.094	

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	24.4643	2	<.0001
Puntuación	24.2161	2	<.0001
Wald	16.2287	2	0.0003

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
34.0736	28	0.1985

NOTA: No se han eliminado efectos para el modelo en el Paso 2.

Step 3. Effect IPOMOEHA entered:

Estado de convergencia del modelo
Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.
Estadístico de ajuste del modelo

Criterio	Sólo términos independientes	Términos independientes	
		Y	Variables adicionales
AIC	126.558	98.142	
SC	129.173	108.603	
-2 LOG L	124.558	90.142	

Probar hipótesis nula global: BETA=0

Test	Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
Ratio de verosim	34.4157	3	<.0001
Puntuación	32.8856	3	<.0001
Wald	21.4614	3	<.0001

Test residual de chi-cuadrado

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
22.7683	27	0.6974

NOTA: No se han eliminado efectos para el modelo en el Paso 3.

NOTA: No (additional) effects met the 0.05 significance level for entry into the model.

Resumen de selección de paso a paso

Paso	Introducido	Efecto Eliminado	DF	Número en	Chi-cuadrado de puntuación
1	ARB_EYSENHA_HA		1	1	13.1591
2	ALTPROM_ARB		1	2	12.8613
3	IPOMOEHA_HA		1	3	13.6336

Resumen de selección de paso a paso

Paso	Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq	Etiqueta de la variable
1		0.0003	ARB_EYSENHA_HA
2		0.0003	ALTPROM_ARB
3		0.0002	IPOMOEHA_HA

Estadísticos de desviación y de bondad de ajuste de Pearson

Criterio	Valor	DF	Valor/DF	Pr > ChiSq
Deviance	90.1421	97	0.9293	0.6759
Pearson	92.5266	97	0.9539	0.6096

Número de perfiles únicos: 101

Tipo 3 Análisis de efectos

Efecto	DF	Chi-cuadrado de Wald	Pr > ChiSq
IPOMOEHA_HA	1	7.4457	0.0064
ARB_EYSENHA_HA	1	4.7996	0.0285
ALTPROM_ARB	1	12.1667	0.0005

Análisis del estimador de máxima verosimilitud

Parámetro	DF	Estimador	Error estándar	Chi cuadrado De Wald	Pr > ChiSq
Intercept	1	-3.2381	0.6372	25.8207	<.0001
IPOMOEHA_HA	1	0.0167	0.00610	7.4457	0.0064
ARB_EYSENHA_HA	1	0.00247	0.00113	4.7996	0.0285
ALTPROM_ARB	1	0.7794	0.2234	12.1667	0.0005

Estimadores de cocientes de disparidad;			
Efecto	Estimador del punto	95% Wald Límites de confianza	
IPOMOEA_HA	1.017	1.005	1.029
ARB_EYSENHA_HA	1.002	1.000	1.005
ALTPROM_ARB	2.180	1.407	3.378

Asociación de probabilidades predichas y respuestas observadas

Concordancia de porcentaje	85.7	D de Somers	0.716
Discordancia de porcentaje	14.1	Gamma	0.717
Porcentaje ligado	0.2	Tau-a	0.308
Pares	2170	c	0.858

Matriz de covarianza estimada

Parámetro	Intercept	ARB_		
		IPOMOEA_	EYSENHA_	ALTPROM_
		HA	HA	ARB
Intercept	0.406082	-0.00149	-0.00013	-0.12528
IPOMOEA_HA	-0.00149	0.000037	-1.2E-6	0.000369
ARB_EYSENHA_HA	-0.00013	-1.2E-6	1.272E-6	0.000013
ALTPROM_ARB	-0.12528	0.000369	0.000013	0.049925

Matriz de correlación estimada

Parámetro	Intercept	ARB_		
		IPOMOEA_	EYSENHA_	ALTPROM_
		HA	HA	ARB
Intercept	1.0000	-0.3827	-0.1877	-0.8799
IPOMOEA_HA	-0.3827	1.0000	-0.1743	0.2706
ARB_EYSENHA_HA	-0.1877	-0.1743	1.0000	0.0527
ALTPROM_ARB	-0.8799	0.2706	0.0527	1.0000

Análisis de varianza de doble vía sobre la densidad de *Ipomoea murucoides*

Procedimiento GLM
Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
TIPOVEG	3	BQ MS PI
usado	2	no si

Número de observaciones leídas 101
Número de observaciones usadas 101

Variable dependiente: IPOMOEA_HA	IPOMOEA_HA	Suma de	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
Fuente	DF	cuadrados	la media		
Modelo	5	71736.3642	14347.2728	8.88	<.0001
Error	95	153449.2794	1615.2556		
Total correcto	100	225185.6436			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	IPOMOEA_HA Media
0.318565	210.8683	40.19024	19.05941

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de	F-Valor	Pr > F
			la media		
TIPOVEG	2	40532.26943	20266.13471	12.55	<.0001
usado	1	28482.55392	28482.55392	17.63	<.0001
TIPOVEG*usado	2	22823.67725	11411.83862	7.07	0.0014

Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG_2	IPOMOEA_HA	Número
	LSMEAN	LSMEAN
BQ	2.3558758	1
MS	44.7916667	2
PI	62.5000000	3

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG_2
Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLS(j)

Variable dependiente: IPOMOEA_HA

i/j	1	2	3
1		<.0001	0.0015
2	<.0001		0.5430
3	0.0015	0.5430	

Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

	IPOMOEA_HA	H0:Media
	LSMEAN	LS1=
usado		MediaLS2
		Pr > t
no	11.2296748	<.0001
si	61.8686869	

Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG_2	usado	IPOMORA_HA LSMEAN	Número LSMEAN
BQ	no	2.439024	1
BQ	si	2.272727	2
MS	no	31.250000	3
MS	si	58.333333	4
PI	no	0.000000	5
PI	si	125.000000	6

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG_2*usado

Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)

Variable dependiente: IPOMORA_HA

i/j	1	2	3	4	5	6
1		1.0000	0.1559	<.0001	1.0000	0.0008
2	1.0000		0.4450	0.0057	1.0000	0.0019
3	0.1559	0.4450		0.3722	0.3053	0.0289
4	<.0001	0.0057	0.3722		0.0018	0.2360
5	1.0000	1.0000	0.3053	0.0018		0.0012
6	0.0008	0.0019	0.0289	0.2360	0.0012	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para IPOMORA_HA

NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	1615.256
Valor crítico del rango estudentizado	3.36727

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

TIPOVEG_2 Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza	
MS - PI	28.922	-0.740	58.583
MS - BQ	43.184	22.079	64.290 ***
PI - MS	-28.922	-58.583	0.740
PI - BQ	14.263	-13.783	42.309
BQ - MS	-43.184	-64.290	-22.079 ***
BQ - PI	-14.263	-42.309	13.783

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para IPOMORA_HA

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	1615.256
Valor crítico del rango estudentizado	2.80757
Diferencia significativa mínima	17.213
Media armónica de tamaño de celdas	42.9703

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	usado
A	42.742	31	si
B	8.571	70	no

Análisis de varianza de doble vía sobre la densidad de *Eysenhardtia polystachya*

Procedimiento GLM
Información de nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
TIPOVEG	3	BQ MS PI
usado	2	no si

Número de observaciones leídas	101
Número de observaciones usadas	101

Variable dependiente: ARB_EYSENHA_HA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2927981.169	585596.234	11.12	<.0001
Error	95	5004197.049	52675.758		
Total correcto	100	7932178.218			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ARB_EYSENHA_HA Media
0.369127	213.1560	229.5120	107.6733

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TIPOVEG	2	1816983.738	908491.869	17.25	<.0001
usado	1	90409.326	90409.326	1.72	0.1933
TIPOVEG*usado	2	342080.908	171040.454	3.25	0.0432

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG	ARB_EYSENHA_HA LSMEAN	Número LSMEAN
BQ	0.000000	1
MS	311.892361	2
PI	-0.000000	3

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG
Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)

Variable dependiente: ARB_EYSENHA_HA

i/j	1	2	3
1		<.0001	1.0000
2	<.0001		0.0044
3	1.0000	0.0044	

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

usado	ARB_EYSENHA_HA LSMEAN	HO:Media LS1= MediaLS2 Pr > t
no	58.854167	0.1933
si	149.074074	

Procedimiento GLM
 Medias de cuadrados mínimos
 Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG	usado	ARB_EYSENHA_HA LSMEAN	Número LSMEAN
BQ	no	0.000000	1
BQ	si	-0.000000	2
MS	no	176.562500	3
MS	si	447.222222	4
PI	no	0.000000	5
PI	si	-0.000000	6

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG*usado

Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)

Variable dependiente: ARB_EYSENHA_HA

i/j	1	2	3	4	5	6
1		1.0000	0.1049	<.0001	1.0000	1.0000
2	1.0000		0.3706	<.0001	1.0000	1.0000
3	0.1049	0.3706		0.0111	0.3170	0.9082
4	<.0001	<.0001	0.0111		<.0001	0.1038
5	1.0000	1.0000	0.3170	<.0001		1.0000
6	1.0000	1.0000	0.9082	0.1038	1.0000	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_EYSENHA_HA

NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	52675.76
Valor crítico del rango estudentizado	3.36727

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

TIPOVEG Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza		
MS - BQ	319.85	199.33	440.38	***
MS - PI	319.85	150.47	489.24	***
BQ - MS	-319.85	-440.38	-199.33	***
BQ - PI	0.00	-160.16	160.16	
PI - MS	-319.85	-489.24	-150.47	***
PI - BQ	0.00	-160.16	160.16	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ARB_EYSENHA_HA

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	52675.76
Valor crítico del rango estudentizado	2.80757
Diferencia significativa mínima	98.3
Media armónica de tamaño de celdas	42.9703

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de observaciones	usado
A	259.68	31	si
B	40.36	70	no

Análisis de varianza de doble vía sobre la altura media de arbustos

Procedimiento GLM
 Información de nivel de clase
 Clase Niveles Valores

TIPOVEG 3 BQ MS PI
 usado 2 no si

Número de observaciones leídas 101
 Número de observaciones usadas 101

Procedimiento GLM

Variable dependiente: ALTPROM_ARB

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	42.3543961	8.4708792	6.43	<.0001
Error	95	125.1275841	1.3171325		
Total correcto	100	167.4819802			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ALTPROM_ARB Media
0.252889	53.15939	1.147664	2.158911

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
TIPOVEG	2	20.64422235	10.32211118	7.84	0.0007
usado	1	7.72534650	7.72534650	5.87	0.0173
TIPOVEG*usado	2	4.21915575	2.10957788	1.60	0.2070

Procedimiento GLM
 Medias de cuadrados mínimos
 Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG	ALTPROM_ARB LSMEAN	Número LSMEAN
BQ	2.90582040	1
MS	2.02621528	2
PI	1.38846154	3

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG_2
 Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)

Variable dependiente: ALTPROM_ARB				
i/j	1	2	3	
1		0.0057	0.0056	
2	0.0057		0.3805	
3	0.0056	0.3805		

Procedimiento GLM
 Medias de cuadrados mínimos
 Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

HO:Media LS1= MediaLS2		
usado	ALTPROM_ARB LSMEAN	Pr > t
no	1.68984326	0.0173
si	2.52382155	

Procedimiento GLM
 Medias de cuadrados mínimos

Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

TIPOVEG	usado	ALTPROM_ARB LSMEAN	Número LSMEAN
BQ	no	2.12073171	1
BQ	si	3.69090909	2
MS	no	1.57187500	3
MS	si	2.48055556	4
PI	no	1.37692308	5
PI	si	1.40000000	6

Medias de cuadrados mínimos para el efecto TIPOVEG*usado
Pr > |t| para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)

i/j	Variable dependiente: ALTPROM_ARB					
	1	2	3	4	5	6
1		0.0015	0.5860	0.8766	0.3300	0.9533
2	0.0015		0.0001	0.0739	<.0001	0.1081
3	0.5860	0.0001		0.2026	0.9975	1.0000
4	0.8766	0.0739	0.2026		0.0973	0.8041
5	0.3300	<.0001	0.9975	0.0973		1.0000
6	0.9533	0.1081	1.0000	0.8041	1.0000	

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTPROM_ARB
NOTA: Este test controla el índice de error de experimentwise de tipo I.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	1.317132
Valor crítico del rango estudentizado	3.36727

Las comparaciones importantes del nivel 0.05 están indicadas por ***.

TIPOVEG Comparación	Diferencia entre medias	Simultáneo 95% Límites de confianza	
BQ - MS	0.3999	-0.2027	1.0026
BQ - PI	1.0729	0.2720	1.8738 ***
MS - BQ	-0.3999	-1.0026	0.2027
MS - PI	0.6729	-0.1741	1.5200
PI - BQ	-1.0729	-1.8738	-0.2720 ***
PI - MS	-0.6729	-1.5200	0.1741

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTPROM_ARB

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	95
Error de cuadrado medio	1.317132
Valor crítico del rango estudentizado	2.80757
Diferencia significativa mínima	0.4915
Media armónica de tamaño de celdas	42.9703

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media observaciones	Número de usado
A	2.8403	31 si
B	1.8571	70 no

Anexo E

Análisis de correlación de Spearman para validación del modelo IAH

18:45 Friday, May 16, 2008 9

Procedimiento CORR

4 Variables: GPOS_HA GPOS_PARC_TOTAL VEN_TOTAL
IAH

Estadísticos simples

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Mediana
GPOS_HA	30	286.73835	403.75760	89.60573
GPOS_PARC_TOTAL	30	0.26667	0.37549	0.08333
VEN_TOTAL	30	9.55787	13.45848	2.98683
IAH	24	0.31706	0.21065	0.23778

Estadísticos simples

Variable	Mínimo	Máximo	Etiqueta
GPOS_HA	0	1434	GPOS_HA
GPOS_PARC_TOTAL	0	1.33333	GPOS_PARC_TOTAL
VEN_TOTAL	0	47.78933	VEN_TOTAL
IAH	0.08917	0.79000	IAH

Procedimiento CORR

Coefficientes de correlación Spearman

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

Número de observaciones

	GPOS_HA	GPOS_PARC_TOTAL	VEN_TOTAL	IAH
GPOS_HA	1.00000	0.99988	0.99988	0.72669
GPOS_HA		<.0001	<.0001	<.0001
	30	30	30	24
GPOS_PARC_TOTAL	0.99988	1.00000	0.99975	0.72742
GPOS_PARC_TOTAL	<.0001		<.0001	<.0001
	30	30	30	24
VEN_TOTAL	0.99988	0.99975	1.00000	0.73218
VEN_TOTAL	<.0001	<.0001		<.0001
	30	30	30	24
IAH	0.72669	0.72742	0.73218	1.00000
IAH	<.0001	<.0001	<.0001	
	24	24	24	24

CORRIDO DEL GUARDABOSQUE

*Guardabosques que no tiene horario
Ni se ajusta a ninguna rutina
Una cosa yo sí te aseguro:
Nadie muere en una oficina*

*Jefes vienen y luego se van
Tú empezaste desde voluntario
Sus quincenas parejas las cobran
Muy a huevo te dieron salario*

*A los ricos no te les hincaste
Y agarraste a los meros meros
Detuviste muchos cazadores
A ti no te compraba el dinero*

*Decidiste cambiar tu morada
Para siempre quedarte en la sierra
Ya no tienes hora de salida
Guardabosques de noche y de día*

*El venado, el puma, el coyote
Al oír en el monte un disparo
Muy bajito repiten los nombres:
Jaime, Carlos, Miriam y Gustavo*

*Autor: Agustín Bernal Inguanzo.
Guardabosque voluntario.
El Relicario, Aguascalientes, Ags.
Agosto de 2007*

