



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Instituto de Geología

ESCENARIOS DE MANEJO SUSTENTABLE PARA EL  
VENADO COLA BLANCA *ODOCOILEUS VIRGINIANUS*  
(ZIMMERMANN, 1780) EN LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA  
YAVESÍA, OAXACA, MÉXICO

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

**EVELYN PIÑA COVARRUBIAS**

TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: **DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ**

COMITÉ TUTOR: **DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ**  
COMITÉ TUTOR: **DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ**

MÉXICO, D. F.

Junio, 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

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

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 19 de abril, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** de la alumna **PIÑA COVARRUBIAS EVELYN** con número de cuenta **99514075** con la tesis titulada **"ESCENARIOS DE MANEJO SUSTENTABLE PARA EL VENADO COLA BLANCA *Odocoileus virginianus* (ZIMMERMANN, 1780) EN LA COMUNIDAD DE SANTA MARÍA YAVESÍA, OAXACA, MÉXICO"**, realizada bajo la dirección de la **DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ**:

Presidente: DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA  
Vocal: DR. GERARDO JORGE CEBALLOS GONZÁLEZ  
Secretario: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ  
Suplente: DR. JOSÉ RAÚL GARCÍA BARRIOS  
Suplente: DR. RURIK HERMANN LIST SÁNCHEZ

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

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria, D.F., a 11 de junio de 2010

  
Dr. Juan Núñez Farfán  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente de la interesada

# AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se llevó a cabo dentro del programa de maestría del Posgrado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional Autónoma de México, al cual extiendo mis agradecimientos.

Agradezco el apoyo económico que recibí como becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), durante el periodo de agosto de 2006 a julio de 2008 (registro 202650).

La investigación formó parte del proyecto IN227308-2 “Contribución a la Construcción de Alternativas Dirigidas a la Conservación de los Bosques de la Cuenca Alta del Río Papaloapan, Oaxaca, México” otorgado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

El proceso de investigación fue dirigido y revisado por el siguiente comité tutorial, al que agradezco enormemente: Dra. Irma Trejo, Dr. Gerardo Ceballos y Dr. Rurik List.

Agradezco de manera muy especial a los miembros del jurado por sus valiosos comentarios al escrito de tesis: Dra. Irma Trejo, Dr. Gerardo Ceballos, Dr. Rurik List, Dr. Víctor Sánchez-Cordero y Dr. Raúl García-Barrios.

# AGRADECIMIENTOS PERSONALES

En primer lugar, agradezco enormemente a mis padres por siempre estar a mi lado, cuidarme y apoyarme. Gracias por los incontables sacrificios que tuvieron que hacer desde antes que yo naciera para darnos a mí y a mi hermano una buena vida. Los quiero mucho.

A mi manito Manolo, que es una de las alegrías más grandes de mi vida y a quien quiero con todo mi corazón.

A la Dra. Irma Trejo, por su apoyo, consejos, regaños, correcciones, por su ayuda en el trabajo de campo y por las facilidades brindadas para la realización de mi tesis.

A la familia Aguilar Murillo, por compartir su vida conmigo. Gracias por el apoyo incondicional que siempre nos han brindado. Los quiero mucho.

A mis amigos Xóchitl, Paty, Alex, Julio y Hunab. Por tantos años de amistad, experiencias maravillosas y cariño. Gracias por permitirme ser parte de sus vidas.

A Alejandro Frías, por tus comentarios y ayuda a lo largo de la realización del manuscrito. Por todo tu apoyo y cariño. Te quiero mucho.

A mis tíos, primos y sobrinos jalisco, que aunque no tuvieron un papel directo en la realización de esta tesis, sí lo tuvieron al darme ánimos para seguir adelante. Gracias por todo su cariño.

A mis compañeros Julio Wong (aunque no me pongas en tu tesis), Fabiola Rojas, Tania Velázquez, Edgar Orta y Sofía Ochoa por su compañía, apoyo y por tantas horas de risas voluntarias e involuntarias.

A mis amigos geógrafos Pedro Montes y Osvaldo Franco. Por su apoyo, consejos y comentarios para la realización de esta tesis.

A Julio Wong y Alejandra Aguilar por facilitarme sus datos que fueron esenciales para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ignacio Mendez (IIMAS), a Alejandro Frías, Michael González, Cuauhtemoc Chavez y Dulce María Avila por haberme asesorado para la realización de los análisis.

Agradezco enormemente a Julio Wong, Edgar Orta, Pedro Montes, Fabiola Rojas, Fabiola Azpeitia, Gerardo Cerón, Paulina Arias, Adriana Albuerno, Yoly Medina, Alejandro "Canto" Pérez y Raquel Cruz por su valiosa colaboración en el trabajo de campo.

De manera muy especial, agradezco a la familia Cruz Cruz (Mauro, Laura, Raquel y Sara) por acogernos tan cálidamente cada vez que ibamos a Yavesía, por su hospitalidad, tantas horas de risas y por su apoyo en todo lo que necesitamos. De corazón, muchas gracias!

Asimismo, a las autoridades de Santa María Yavesía. Al Presidente Municipal, al Cabildo y al Representante Comunal, Mauro Cruz Hernández.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme formado como profesional. Porque la gente que he conocido durante mi paso por ella ha contribuido de manera muy importante a mi formación como persona y como profesional.

A la gente de Yavesía por el cuidado que le dan a sus bosques. Este trabajo es para ustedes.

# DEDICATORIA

*A mis padres*

*A mi hermano*

*A Baloo y Demon (†)*

# CONTENIDO

Resumen.....	i
Abstract.....	iii
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	4
2.1. Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs).....	5
2.2. Áreas Comunitarias Protegidas.....	6
2.3. Programa de Tierras para la Conservación. ....	8
2.4. Especie de estudio.....	10
2.5. Estimación de la densidad poblacional.....	14
2.6. El hábitat del venado cola blanca.....	17
III. Objetivo general.....	20
IV. Objetivos particulares.....	20
V. Hipótesis.....	21
VI. Área de estudio.....	21
6.1. Relieve.....	23
6.2. Clima.....	23
6.3. Geología.....	24
6.4. Edafología.....	24
6.5. Hidrología.....	24
6.6. Vegetación.....	25
6.7. Aspectos socioeconómicos y uso de los recursos naturales.....	25

VII. Métodos.....	27
7.1. Selección de sitios.....	27
7.2. Estimación de la densidad poblacional.....	28
7.3. Caracterización del hábitat.....	32
VIII. Resultados.....	35
8.1. Estimación de la densidad poblacional.....	35
8.2. Caracterización del hábitat.....	41
8.3. Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca.....	46
IX. Discusión.....	50
9.1. Estimación de la densidad poblacional.....	50
9.2. Caracterización del hábitat.....	57
9.3. Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca.....	59
9.3.1. Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs).....	59
9.3.2. Áreas Comunitarias Protegidas.....	62
9.3.3. Programa de Tierras para la Conservación.....	63
X. Recomendaciones de manejo.....	65
XI. Conclusiones.....	71
XII. Referencias.....	73
XIII. Anexo.....	84

## RESUMEN

Numerosos problemas de conservación biológica requieren un enfoque multidisciplinario que tome en cuenta la necesidad de protección de la biodiversidad y que proporcione bienestar económico a la gente (desarrollo sustentable). La conservación de la biodiversidad puede promoverse mediante el manejo sustentable de poblaciones de fauna nativa. En el presente estudio se evaluaron los posibles escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en un bosque templado de la comunidad indígena de Santa María Yavesía, en la Sierra Norte de Oaxaca. Lo anterior con ayuda de estimaciones poblacionales y de la caracterización de su hábitat.

Se realizaron dos muestreos para estimar su densidad poblacional en 13 sitios pertenecientes a cinco asociaciones vegetales (bosque de coníferas, bosque de pino-encino abierto, bosque de pino-encino cerrado, bosque de encino-pino y encinar caducifolio), utilizando el método de conteos de grupos fecales. Se calculó la densidad poblacional con base en el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956), utilizando dos tasas de defecación (12.7 y 33.9 grupos/individuos/día). Se registró presencia de venados sólo en el bosque de coníferas y en el bosque de pino-encino cerrado. En promedio, las densidades encontradas en el periodo de marzo a julio de 2008 fueron de  $1.30 \pm 3.04$  individuos/km<sup>2</sup> (tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día) y de  $0.49 \pm 1.14$  individuos/km<sup>2</sup> (tasa de 33.9 grupos/individuos/día). En el bosque de coníferas, la densidad poblacional estimada para la tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día fue de  $3.17 \pm 4.91$  individuos/km<sup>2</sup> y para la tasa de 33.9 grupos/individuos/día fue de  $1.19 \pm 1.84$  individuos/km<sup>2</sup>. Para el bosque de pino-encino cerrado, la densidad poblacional estimada para la tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día fue de  $1.06 \pm 1.57$  individuos/km<sup>2</sup> y para la tasa de 33.9 grupos/individuos/día, fue de  $0.40 \pm 0.59$  individuos/km<sup>2</sup>.

Para la caracterización del hábitat se calcularon 13 variables de la vegetación (densidad de árboles, área basal, riqueza de especies, diversidad, altura promedio de los individuos  $\geq 30$  cm de DAP del estrato arbóreo, densidad del estrato arbustivo y

cobertura de protección horizontal) y físicas (altitud, orientación de la ladera, sinuosidad del terreno, distancia a las fuentes de agua, temperatura promedio anual y humedad relativa promedio anual). Se evaluaron las diferencias significativas de las variables del hábitat entre las cinco asociaciones vegetales presentes en la zona. Se encontraron diferencias significativas entre la altura promedio de los árboles  $\geq 30$  cm DAP, la altitud, la temperatura promedio anual y la humedad relativa promedio anual. En los cuatro casos, el bosque de coníferas presentó diferencias significativas con las asociaciones vegetales restantes.

Las densidades poblacionales encontradas en el presente estudio fueron bajas, comparadas con las encontradas en otros estudios realizados con el método de conteo de grupos fecales en el país. La cacería constituye la principal amenaza para los venados cola blanca de Santa María Yavesía, por lo que los esfuerzos para su conservación deben estar enfocados a fomentar su uso racional. Existen tres esquemas de conservación que podrían ser aplicados en la comunidad (UMA extensivas e intensivas, Áreas Comunitarias Protegidas y el Programa de Tierras para la Conservación). Sin embargo, las bajas densidades encontradas en el presente estudio, así como los problemas de tenencia de la tierra, no permiten ningún tipo de aprovechamiento sustentable en la comunidad en la actualidad o a corto plazo. Se proponen recomendaciones de manejo para que cualquier tipo de aprovechamiento sustentable para el venado cola blanca pueda establecerse en Santa María Yavesía.

## ABSTRACT

Many biological conservation problems need a multidisciplinary approach that considers the necessity for biodiversity protection and provides economic welfare to the people (sustainable development). Biodiversity conservation can be promoted with sustainable management of native animal populations. In this study, possible scenarios for the sustainable management of the white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) were evaluated in a temperate forest near the indigenous community of Santa María Yavesía, Sierra Norte of Oaxaca. The population density of the white-tailed deer was assessed and its habitat was characterized.

In order to assess the population density, two sample surveys were carried out at 13 sites belonging to five vegetation associations (coniferous forest, open pine-oak forest, closed pine-oak forest, oak-pine forest, and deciduous oak forest) using the fecal-count group method. The population density was calculated with the Eberhardt and Van Etten (1959) model. Two defecation rates (12.7 and 33.9 groups/individuals/day) were used. The presence of deer was only registered in coniferous forest and closed pine-oak forest. The average densities found in the period from March through July 2008 were  $1.30 \pm 3.04$  individuals/km<sup>2</sup> (defecation rate of 12.7 groups/individuals/day) and  $0.49 \pm 1.14$  individuals/km<sup>2</sup> (rate of 33.9 groups/individuals/day). In the coniferous forest, the population density assessed for the defecation rate of 12.7 groups/individuals/day was  $3.17 \pm 4.91$  individuals/km<sup>2</sup>, and  $1.19 \pm 1.84$  individuals/km<sup>2</sup> for the defecation rate of 33.9 groups/individuals/day. In the closed pine-oak forest, the population density assessed for the defecation rate of 12.7 groups/individuals/day was  $1.06 \pm 1.57$  individuals/km<sup>2</sup>, and  $0.40 \pm 0.59$  individuals/km<sup>2</sup> for the defecation rate of 33.9 groups/individuals/day.

As regards habitat characterization, 13 variables from the tree and shrub strata (tree density, basal area, species richness, diversity, average height of trees  $\geq 30$  cm DBH, shrub density and deer hiding cover) and physical variables (altitude, hillside orientation, sinuosity of the terrain, water source distance, annual average temperature and annual average relative humidity) were calculated. Significant differences in all the

variables were assessed for the five vegetation associations present in the area, and were found between the average height of trees  $\geq 30$  cm DBH, altitude, annual average temperature and annual average relative humidity. In all four cases, coniferous forest presented significant differences as compared with the rest of the vegetation associations.

The population densities found in this study were low as compared with those found in other studies carried out in Mexico. Hunting is the principal threat for the white-tailed deer in Santa María Yavesía, and therefore any effort to conserve it should be focused on encouraging its rational use. There are three conservation schemes that could be applied in the community (intensive and extensive UMAs, Protected Community Areas and the Conservation Land Program). However, the low densities found in this study, in addition to land tenure issues, do not allow the establishment of any kind of sustainable management in the community, neither now or in the short term. Some management recommendations are proposed before any kind of sustainable management for the white-tailed deer can be established in Santa María Yavesía.

## I. Introducción

México es un país privilegiado por la diversidad biológica que se encuentra en su territorio, representada en diversos ecosistemas y numerosas especies que incluyen una amplia variabilidad genética (CONABIO, 2006). Se ubica entre los países llamados “megadiversos”, que albergan entre el 60 y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992). Se encuentra en el tercer lugar por su diversidad de especies de mamíferos, representada por 525 especies (aproximadamente el 11% del total mundial), superado sólo por Indonesia y Brasil (Ceballos y Oliva, 2005).

Factores antropogénicos como la transformación, sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas, la introducción de especies invasoras, así como los factores demográficos, las políticas públicas y los desarrollos tecnológicos errados se han convertido en factores que han ocasionado la pérdida de la biodiversidad, la degradación ambiental y la modificación de los procesos ecológicos del país (Primack, 2004; CONABIO, 2006).

Debido al deterioro, muchos problemas de conservación biológica requieren un enfoque multidisciplinario que tome en cuenta la necesidad de protección de la biodiversidad a la vez que proporcione bienestar económico a la gente (Primack, 2004; De Fries *et al.*, 2005). En algunas ocasiones existen conflictos entre los esfuerzos para preservar la biodiversidad y las necesidades humanas. Por esta causa, en los nuevos paradigmas de la conservación se reconoce la necesidad del desarrollo sustentable (Lubchenco *et al.*, 1991), que se entiende como aquél en el que se cubren las necesidades de la generación presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Sostiene que los ecosistemas no pueden mantenerse intactos, ya

que el crecimiento económico inevitablemente produce cambios (Bruntland, 1987). De igual forma, implica el mejoramiento de la eficiencia y organización aunque, no necesariamente, un incremento en el consumo de recursos (Primack, 2004).

Actualmente, se considera cada vez más la premisa de que cualquier decisión de manejo y conservación de los recursos naturales debe involucrar su conservación, el bienestar humano y la participación de las poblaciones locales en los planes de manejo (De Fries *et al.*, 2005), debido a sus conocimientos y prácticas tradicionales. Asimismo, se reconoce que los Estados deben reconocer y apoyar la identidad, cultura e intereses de las comunidades indígenas y hacer posible su participación efectiva en el logro del desarrollo sustentable (ONU, 1992).

La conservación de la biodiversidad puede promoverse mediante el manejo sustentable de poblaciones de fauna nativa. En el presente, se reconoce que el manejo de las especies contribuye a la conservación de la diversidad cultural y favorece la conservación de especies animales, que de otro modo estarían amenazadas o extintas. Además, los ecosistemas y comunidades biológicas se benefician al mantener la fauna que ha formado parte de su historia evolutiva y en el contexto de la economía contemporánea se genera la posibilidad de ofrecer productos novedosos obtenidos de la fauna nativa, los cuales estarían sujetos a una menor competencia con otros productos y que contribuyen a diversificar la economía de los países latinoamericanos, como México (Primack *et al.*, 2001).

Aunque todas las especies silvestres de mamíferos y aves mexicanas pueden ser susceptibles de aprovechamiento, el grupo de las clasificadas como de "interés cinegético" (las que son aprovechadas directamente en sus hábitats naturales a través de la caza deportiva) son las que para los propietarios de los predios (pequeñas propiedades, ejidos y comunidades) representan una alternativa de diversificación

productiva con buenas posibilidades de comercialización y rentabilidad, ya que sólo requieren de hábitat y un buen manejo (Villarreal, 2006).

Uno de los grupos faunísticos de interés cinegético más apreciados por su valor económico y biológico son los ungulados silvestres, siendo el estudio y manejo de sus poblaciones y hábitats uno de los aspectos que mayor interés ha despertado entre los biólogos y manejadores de fauna silvestre (Galindo-Leal, 1993).

Dentro de este grupo, el aprovechamiento de los venados del género *Odocoileus* ha sido una práctica común, tanto para la obtención de alimento, como para fines deportivos. Asimismo, se encuentran entre los animales con mayor potencial como alternativa efectiva de uso de los recursos naturales (Galindo-Leal, 1993). Sin embargo, su uso desmedido ha provocado el decremento en las poblaciones en gran parte de su distribución original, principalmente debido a que, por lo general, la explotación ha sido realizada sin tomar en cuenta su ecología y biología básicas, así como su hábitat, aspectos que comúnmente tampoco han sido considerados para su conservación (Álvarez, 1995).

En particular, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es la especie usada por excelencia para actividades cinegéticas, por lo que tiene una gran importancia económica, hecho que realza la necesidad de establecer el estatus actual de sus poblaciones, así como su hábitat, sobre todo cuando se trata de poblaciones silvestres que se pretenden manejar de manera sustentable (Dasmann, 1971; Leopold, 1977; McCullough, 1987; Galindo-Leal, 1993; Wilson *et al.*, 1996). Asimismo, es urgente plantear alternativas de manejo para su conservación y aprovechamiento adecuado (Mandujano, 2004).

## II. Antecedentes

Actualmente, la preocupación de diferentes sectores sociales ante la crisis ambiental por la que atraviesa la humanidad hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que favorezcan la protección, conservación y uso adecuado de los recursos naturales, en especial en regiones bajo fuertes presiones ambientales, sociales y económicas, como es el caso de México (Bocco *et al.*, 2000), en donde el 70% de las áreas forestales se encuentran bajo el usufructo de comunidades indígenas y ejidos campesinos (Toledo, 1997). Esto significa que el manejo de los recursos por parte de estas comunidades rurales definirá en buena medida la conservación de los ecosistemas forestales en el país (Bocco *et al.*, 2000). Debido a ello, las estrategias de manejo de los recursos naturales deben reorientar sus objetivos y dar mayor prioridad a zonas bajo algún tipo de manejo (Pimentel *et al.*, 1992). Las comunidades campesinas pueden operar como aliadas de la protección biológica y ser fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética *in situ*. El manejo adecuado dependerá de la contribución de grupos académicos, organizaciones no gubernamentales y los cuerpos técnicos para incorporar el conocimiento de cada sector a las actividades productivas de las comunidades, esto con el fin de conciliar la conservación y el uso de los recursos (Bocco *et al.*, 2000). En la actualidad existen diferentes esquemas para el manejo de los recursos naturales en el país, mismos que se mencionan a continuación y que se discutirán más adelante.

## **2.1. Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA)**

En 1997, en México surgió la propuesta de crear un Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SIANP), conjuntamente con uno de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA; Diario Oficial de la Federación, 2007) para generar y aplicar planes, estrategias y propuestas de manejo sustentable para la vida silvestre nacional. Desde entonces, las UMA se encuentran organizadas en el Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). El SUMA integra bajo un concepto los criaderos extensivos e intensivos de fauna silvestre, zoológicos, viveros y jardines botánicos, entre otros, los cuales hasta 1996 se conocían de manera dispersa (SEMARNAT, 2000; 2009a).

De acuerdo a la SEMARNAT, las UMA tienen como objetivo promover y reforzar los esquemas alternativos de producción y desarrollo socioeconómico de México en el sector rural, a la par que se hacen compatibles con la conservación de la biodiversidad, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Tratan de modificar las prácticas de subvaloración, el uso excesivo y los modelos restrictivos empleados tradicionalmente en el país para la gestión de la vida silvestre e intentan crear oportunidades de aprovechamiento que sean complementarias de otras actividades productivas convencionales, como la agricultura, la ganadería o la silvicultura, logrando así la generación de fuentes alternativas de empleo, ingresos para las comunidades rurales, generación de divisas, la valoración de los elementos que conforman la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales que prestan al lugar y a zonas aledañas. Además, intentan lograr que los propietarios y legítimos poseedores de las tierras tengan una nueva percepción de los beneficios derivados de la conservación de la biodiversidad

(SEMARNAT, 2000; 2009b), siendo éstos los titulares de la UMA, sin importar cuál sea el tipo de tenencia de la tierra (pequeña propiedad, ejidal o comunal; SEMARNAT, 2009a).

Asimismo, pueden funcionar como centros productores de pie de cría, partes y derivados que puedan ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal, como bancos de germoplasma, en labores de investigación, de educación ambiental, de capacitación y de recreación (SEMARNAT, 2009a).

El SUMA incorpora todas las formas básicas de manejo aceptadas para la conservación y la producción; de hábitat y poblaciones en vida libre (UMA extensivas) y de poblaciones o individuos en cautiverio (UMA intensivas). Bajo este esquema, hasta el 31 de mayo de 2010 se habían incorporado 9748 UMA, que representan una extensión de casi 34 millones de hectáreas (aproximadamente 17% del territorio nacional; SEMARNAT, 2009a).

En particular, en el estado de Oaxaca existen 115 UMA registradas, 62 de las cuales son intensivas y 53 son extensivas, realizándose aprovechamientos de venado cola blanca en 44 de ellas (23 intensivas y 21 extensivas; SEMARNAT, 2009a).

## **2.2. Áreas Comunitarias Protegidas**

El modelo convencional de gestión de la fauna está basado en decisiones técnicas de las autoridades centrales, fundamentadas en investigaciones biológicas, remitidas en forma de instrumentos legales y atendidas por la población (Smith, 1993; Bodmer *et al.*, 1997).

Dicho modelo a menudo ha quebrantado la habilidad de las comunidades indígenas para proteger sus bosques (Wells, 1992) y ha provocado disminuciones drásticas en la biodiversidad (Alcorn, 1993). Asimismo, ha resultado poco efectivo para regular la caza de subsistencia (Smith, 1993; Bodmer *et al.*, 1997). La magnitud de este problema en muchos países latinoamericanos ha propiciado la búsqueda de otros

mecanismos para orientar el autoconsumo de fauna a niveles sostenibles. Una opción alterna es que la misma comunidad usuaria del recurso se comprometa con un conjunto de reglas de uso sostenible (Alcorn, 1993; Smith, 1993; Bodmer *et al.*, 1997).

Es lógico suponer que las decisiones tomadas por una comunidad se ajustan mejor a las realidades locales y que los lugareños pueden sentirse más comprometidos con las reglas que ellos mismos han acordado, en comparación con las normas emanadas por las autoridades centrales (Ojasti, 2000).

Es en este sentido que, aunque en México el SUMA constituye el único esquema de manejo y aprovechamiento de especies silvestres reconocido oficialmente, existe otro panorama más acorde con las condiciones estatales y regionales, en particular, del estado de Oaxaca, donde los intereses de las comunidades indígenas por la conservación de sus bosques no responden a propuestas externas, sino a problemas específicos. Este esquema es conocido como Áreas Comunitarias Protegidas y es impulsado por las autoridades comunales e instituciones nacionales e internacionales, como el Programa Oaxaca del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza (FOCN), principalmente (González *et al.*, 2004).

Forman parte del Programa Bosques Mexicanos, creado por el Fondo Mundial para la Naturaleza y que tiene como objetivo dar apoyo técnico y asistencia a las comunidades para promover sus actividades de conservación (WWF, 2007).

Promueven la integración de equipos técnicos para la investigación, gestión, administración y financiamiento, fortaleciendo las capacidades locales. Funcionan con base en los usos y costumbres de las comunidades, heredados de sus antepasados y, con ello, intentan mantener la soberanía sobre sus recursos naturales. Asimismo,

favorecen la equidad en el acceso y aprovechamiento de tales recursos (WWF, 2003; González *et al.*, 2004).

Los primeros intentos en Oaxaca surgieron en las zonas cafetaleras de Miahuatlán, en la Sierra Madre del Sur, en la planicie costera del Pacífico, así como en algunos municipios del Ex-distrito de Ixtlán, entre ellos Santa María Yavesía, habiendo sido reconocidos con el premio “Regalo de la Tierra”, otorgado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) por conservar su patrimonio natural (WWF, 2002). Hasta el 2004 existían 500 000 ha de reservas comunitarias en todo el estado (SEMARNAT, datos no publicados en González *et al.*, 2004).

### **2.3. Programa de Tierras para la Conservación**

Otro instrumento útil para el manejo sustentable de los ecosistemas y la fauna silvestre del país lo constituye el Programa de Tierras para la Conservación, desarrollado por la organización no gubernamental Pronatura México, A. C., con el apoyo del Global Environmental Facility Fund, el Banco Mundial y la Fundación Packard. Dicho programa está dedicado a trabajar mano a mano con los propietarios privados (pequeños propietarios, ejidos y comunidades) en la conservación y manejo a largo plazo de las tierras biológicamente importantes del país. Esto debido a que se reconoce que la mayor parte de la riqueza biológica nacional se encuentra en manos de propietarios privados (Gutiérrez *et al.*, 2002; Pronatura, 2009) quienes, en su mayoría, no han asumido la responsabilidad de conservarla y preservarla. Asimismo, porque un alto porcentaje de dicha riqueza carece de algún régimen legal que garantice su conservación y aprovechamiento sustentable a largo plazo (Bacmeister *et al.*, 2002; Gutiérrez *et al.*, 2002).

Por ello, es necesario incorporar a los propietarios de las tierras a programas integrales de conservación y desarrollo sustentable, para complementar los esfuerzos públicos de protección a los recursos naturales (Gutiérrez *et al.*, 2002).

El Programa de Tierras para la Conservación ofrece alternativas de uso y conservación de los recursos, que permiten trabajar junto con los propietarios de la tierra en la búsqueda de la potenciación de los usos productivos, así como conservar a perpetuidad los atributos naturales, escénicos, culturales, recreativos y ambientales de los predios (Pronatura, 2009).

Trabaja mediante la determinación de los predios críticos para la conservación de los ecosistemas del país, la protección de tales predios mediante el trabajo conjunto con comunidades, propietarios, ejidos y organizaciones públicas y privadas y el manejo de Áreas Naturales Protegidas en co-administración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Pronatura, 2009).

El programa les brinda a los propietarios de los terrenos biológicamente importantes una serie de herramientas legales de conservación no gubernamentales para que voluntariamente decidan conservar sus terrenos, asegurándoles que las acciones que lleven a cabo hoy perdurarán con el tiempo para el bienestar de sus hijos y las futuras generaciones (Gutiérrez *et al.*, 2002). Actualmente, ha identificado más de 14 herramientas que pueden ser utilizadas en propiedades privadas individuales, ejidos y comunidades, dentro o fuera de Áreas Naturales Protegidas. Tales herramientas pretenden adecuarse a las circunstancias e intereses particulares de los propietarios y construir modelos únicos de conservación y manejo de la vida silvestre. Dentro de ellas se encuentran las servidumbres ecológicas, las limitaciones de uso, los jardines privados de regeneración, los usufructos, las reservas privadas y campesinas de conservación, los fideicomisos de tierras, las asociaciones civiles y mercantiles, los contratos de superficie,

la compra de derechos de corte, los comodatos, las donaciones, los legados, los arrendamientos, los contratos de asociación en participación y las concesiones de recursos naturales (Pronatura, 2009).

#### **2.4. Especie de estudio**

El venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) pertenece al Orden Artiodactyla (ungulados con dedos pares, en los que el peso corporal es soportado por el tercer y cuarto metapodial; Halls, 1984), a la Familia Cervidae y a la Subfamilia Capreolinae (Wilson y Reeder, 2005). El color de su cuerpo es café con tonalidades grisáceas, rojizas o amarillentas, dependiendo de la época del año y de la localidad. Los individuos de esta especie presentan vientre blanco y se caracterizan por tener una larga cola blanca que levantan cuando corren. Las crías nacen de color café oscuro rojizo con manchas blancas, coloración que conservan hasta alrededor de los tres meses. Los machos presentan astas ramificadas en forma de una rama basal de la que salen las puntas (Aranda, 2000), que regularmente son de dos a seis (Galindo-Leal y Weber, 2005). Las astas crecen cada año aproximadamente después de una semana del desprendimiento de las astas viejas (mayo y junio; Galindo-Leal y Weber, 1998).

Sus excretas son pellas, o *pellets* (bolitas de excremento), de materia vegetal que presentan formas y tamaños variables, aunque rara vez pasan de 1.5 cm de largo y pueden aparecer sueltas o compactadas en un paquete más grande. Los grupos de excremento (grupos fecales) se pueden encontrar en cualquier sitio, más frecuentemente sobre sus senderos o en los sitios de alimentación, pero no sobre los caminos hechos por el hombre, a menos que se trate de un camino poco utilizado (Aranda, 2000).

Son animales gregarios y se encuentran activos en el día y la noche. Los machos se segregan de las hembras y los individuos juveniles durante todo el año, con excepción

de la época de apareamiento, que es en noviembre al norte de su distribución y antes hacia el sur (Hall, 1981). La estación reproductiva tiene una duración de alrededor de 3 meses y el periodo de gestación promedio es de 196 a 205 días (Galindo-Leal y Weber, 1998). Generalmente, las hembras dan a luz a dos crías (pudiendo haber nacimientos de una a cuatro; Hall, 1981).

Los venados cola blanca son animales ramoneadores que se alimentan de una gran variedad de especies vegetales, principalmente de hojas, renuevos y frutos de una gran variedad de arbustos, aunque también consumen material vegetal de origen leñoso, proveniente de árboles y arbustos (Galindo-Leal y Weber, 1998; 2005) y, en ocasiones, penetran a los terrenos de cultivo (Ceballos y Miranda, 2000) alimentándose de especies como frijol, calabaza, haba y chile (Galindo-Leal y Weber, 1998). Su dieta varía estacional y localmente de una región a otra y es, quizás, la característica de adaptabilidad más notable de la especie a un medio ambiente en constante cambio (McCullough, 1985; Galindo-Leal y Weber, 1998).

Es una especie clave, ya que tiene una importancia ecológica elemental como herbívoro y presa, formando parte de redes tróficas, comunidades, ecosistemas diversos. Es un importante regulador de poblaciones vegetales, actuando como dispersor de semillas y ejerce un efecto en la estructura de la vegetación de los bosques con el ramoneo que realiza (Valenzuela, 1991; Waller y Alverson, 1997; Galindo-Leal y Weber, 1998). Los restos de sus cadáveres son consumidos por varios necrófagos y sus excrementos son desintegrados, utilizados y reincorporados al suelo por insectos, escarabajos y otros detritófagos. Las astas mudadas y los huesos son utilizados como fuentes de calcio y fósforo por varias especies de roedores (Galindo-Leal y Weber, 1998). Actúa como un factor limitante fundamental para poblaciones de grandes depredadores

en peligro de extinción, como el jaguar, el lobo gris mexicano y el oso gris mexicano, entre otros (Valenzuela, 1991; Waller y Alverson, 1997).

Puede encontrarse en prácticamente todos los tipos de hábitat del país, siempre y cuando éstos le proporcionen suficiente refugio y alimento. No es común en las zonas más secas y abiertas de matorral xerófilo ni en las partes más densas y húmedas del bosque tropical perennifolio (Aranda, 2000).

No existen estudios confiables sobre el ámbito hogareño del venado cola blanca en México (Galindo-Leal y Weber, 2005). No obstante en Arizona, que presenta hábitats similares a los del norte del país, se ha encontrado que el ámbito hogareño promedio del venado es de 5.18 y 10.57 km<sup>2</sup> (hembras y machos, respectivamente), aunque su tamaño varía enormemente y existen animales que tienen ámbitos 30 veces más grandes que otros (Ockenfels *et al.*, 1991 en Galindo-Leal y Weber, 1998).

Se distribuye desde el sur de Canadá, prácticamente desde cerca del límite de crecimiento de los árboles, hasta Brasil y Perú (15° de latitud S; Halls, 1984; Smith, 1991). En México, es el cérvido con la distribución más amplia y puede encontrarse en todo el territorio nacional, con excepción de Baja California (Leopold, 1977).

Existen 38 subespecies reconocidas (Wilson y Reeder, 2005), de las cuales 14 se encuentran en México (Halls, 1984). Particularmente, en la región de la Sierra Norte de Oaxaca habita la subespecie *Odocoileus virginianus oaxacensis*, considerada endémica de la región (Hall, 1981) y con un área de distribución aproximada de 30 000 km<sup>2</sup> (Villarreal, 2006). El conocimiento del estado actual de las poblaciones de dicha subespecie es crítico (Briones-Salas y García, 2005), ya que es una de las subespecies menos estudiadas del país (Mandujano, 2004; Briones-Salas y García, 2005; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005) y porque es aprovechada (cacería de subsistencia) por grupos

indígenas y campesinos en toda su área de distribución (González y Briones-Salas, 2000; Mandujano, 2004).

Desde hace mucho tiempo se le ha considerado como la especie cinegética más importante del país (Leopold, 1977; Gallina *et al.*, 1998). Incluso, se le considera la especie de caza mayor más importante de México y Norteamérica (Villarreal-Espino, 2002). Ha jugado un papel esencial como recurso natural dentro de las comunidades indígenas del país y se ha caracterizado como un recurso natural de gran valor cultural y económico. Esto se debe a que es uno de los mamíferos terrestres de mayor tamaño en el país, a que presenta una distribución amplia, a la presencia de las astas en los machos (sinónimo de trofeo cinegético) y a la calidad y sabor de su carne. Es aprovechado de manera integral (pieles, astas, patas y huesos) como alimento, medicina, símbolo, mascota y ornato, así como trofeo para cazadores deportivos (González y Briones-Salas, 2000).

Sin embargo, factores como la pérdida severa y la fragmentación de su hábitat, el pastoreo por ganado en zonas donde habita, su uso irracional, el desconocimiento del estatus de sus poblaciones y de alternativas para su aprovechamiento sustentable han llevado al borde de la desaparición a las poblaciones locales (Leopold, 1977; Galindo-Leal, 1993; Gallina *et al.*, 1998; Villarreal, 2006), especialmente en las zonas con mayor densidad poblacional humana (Leopold, 1977); practicándose la cacería para consumo de su carne y aprovechamiento de su piel en casi cualquier pueblo, ejido o ranchería donde aún persista (p. ej.: Mandujano y Rico-Gray, 1991; Naranjo *et al.*, 2004; Lira, 2006). Aunado a esto, la cacería deportiva mal practicada (sin permisos de caza y fuera de temporada) también tiene un impacto en sus poblaciones, ya que los cazadores utilizan métodos prohibidos como el “lampareo”, las “arreadas” o disparan desde camionetas en los caminos de terracería (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Galindo-Leal y Weber, 1998).

Otra amenaza es la translocación de subespecies de gran talla en áreas de distribución de subespecies de talla menor. Esta actividad, motivada por la obtención de trofeos de caza puede tener consecuencias graves para la conservación de las subespecies pequeñas, provocando la pérdida de sus poblaciones, que están adaptadas a las condiciones locales y, en última instancia, provocando pérdidas en la diversidad genética (Galindo-Leal y Weber, 1994; Villarreal, 2006).

Incrementos sustanciales en sus poblaciones y recuperaciones en su hábitat podrían lograrse si su caza fuera regulada. Además, podría convertirse en un recurso muy importante para las comunidades rurales del país (Leopold, 1977; Mandujano y Rico-Gray, 1991; Martínez *et al.*, 1997; Galindo-Leal y Weber, 1998; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Por otro lado, podría ser una opción de impulso para la economía de las comunidades que desearan explorar alternativas de explotación no extractivas, como el ecoturismo (Galindo-Leal y Weber, 1998). Éste es el caso de la comunidad indígena de Santa María Yavesía, en donde el venado cola blanca presenta una oportunidad para diversificar el aprovechamiento de sus recursos naturales. Además, tiene una importancia particular ya que, como ya se mencionó, la población encontrada en el territorio de la comunidad pertenece a la subespecie *O. v. oaxacensis*, la cual es endémica del estado y ha sido poco estudiada (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005).

## **2.5. Estimación de la densidad poblacional del venado cola blanca**

Para el desarrollo de las estrategias de manejo y conservación de cualquier especie de fauna silvestre es necesario concentrarse en tres problemas básicos; 1) en el incremento de poblaciones pequeñas (conservación), 2) en el mantenimiento de las poblaciones utilizando su productividad (producción) y 3) en la disminución de poblaciones problemáticas (control; Caughley, 1977). Para detectar y solucionar cualquiera de estos

tres problemas es necesario conocer el estado de la población (número de animales) y su trayectoria (disminuciones, aumentos o estabilidad). Ambas interrogantes requieren de una estimación poblacional. Es por lo que dicho parámetro es la columna vertebral del manejo de fauna silvestre (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Las estimaciones para evaluar la densidad poblacional del venado cola blanca se han realizado básicamente por medio de dos tipos de métodos; directos e indirectos. Los métodos directos se basan en conteos físicos terrestres o aéreos de los venados y pueden dividirse en conteos en transectos de franja y de línea (Robinette *et al.*, 1974; Eberhardt, 1978; Burnham *et al.*, 1980, 1985; Focardi *et al.*, 2002; Villarreal, 2006), conteos físicos nocturnos con ayuda de luz artificial (Villarreal, 2006), captura-marcaje y recaptura de forma física y por medio de trampas-cámara (Rice y Harder, 1977; Jacobson *et al.*, 1997; Koerth *et al.*, 1997), y conteos aéreos (Koerth *et al.*, 1997; Villarreal, 2006).

En el caso de los métodos indirectos (los cuales no están basados en el conteo físico de los animales; Villarreal, 2006), se han empleado principalmente los muestreos con base en conteos de huellas (Daniel y Frels, 1971; Mandujano, 2005) y de grupos fecales (Eberhardt y Van Etten, 1956; Ezcurra y Gallina, 1981; Gallina, 1990). Actualmente, el muestreo de grupos fecales (Ezcurra y Gallina, 1981; Gallina, 1990) es el método más consolidado en la estimación de abundancia de cérvidos y otros herbívoros de gran tamaño (Ojasti, 2000). Presenta numerosas ventajas sobre otros métodos conocidos y es por ello que se decidió utilizarlo en el presente estudio.

Entre sus ventajas se encuentran las siguientes; 1) es un método estándar que proporciona un registro persistente de la presencia de venados; 2) es una evidencia inerte que puede ser sujeta a muestreos en parcelas y a análisis estadísticos (a diferencia de los conteos directos o de los muestreos aéreos; Eberhardt y Van Etten, 1956; Neff, 1968; Ezcurra y Gallina, 1981); 3) se pueden alcanzar tamaños de muestra más grandes que los

obtenidos por los métodos de conteos directos y de huellas (Mandujano y Gallina, 1994; Pérez-Mejía *et al.*, 2004); 4) en zonas con topografía accidentada y cobertura vegetal densa se dificultan los conteos directos terrestres y aéreos, por lo que el método de conteo de grupos fecales es más fácil de utilizar; 5) en zonas donde existe una presión de caza intensa es muy difícil realizar observaciones directas, por lo que es más conveniente utilizar métodos indirectos, como el método de conteo de grupos fecales (Ezcurra y Gallina, 1981; Galindo-Leal y Weber, 1998); 6) el suelo del área presenta una gran cantidad de hojarasca (con lo cual se dificultan los conteos de huellas); 7) los métodos de conteos directos y de huellas dependen enormemente de la actividad de los venados y pueden verse afectados por las condiciones climáticas y por la presencia del observador (Ezcurra y Gallina, 1981); 8) el método de conteo de grupos fecales es un método indirecto rápido y de fácil aplicación con el cual se pueden obtener los datos requeridos sin perturbar a los animales, su precisión es menos dependiente del observador, su medición es más fácil de estandarizar entre observadores y es menos afectado por las condiciones ambientales de visibilidad (a diferencia de los conteos directos terrestres o aéreos; Bennett *et al.*, 1940; Caughley, 1977; Ojasti, 2000; Pérez-Mejía *et al.*, 2004); 9) permite calcular densidades que pueden ser comparadas con otras poblaciones o entre años diferentes dentro de la misma población (y así conocer tendencias poblacionales; Bailey, 1984); 10) es un método de bajo costo, en comparación con los conteos aéreos y las trampas-cámara (Koerth *et al.*, 1997; Roberts *et al.*, 2006; Villarreal, 2006) y; 11) no requiere entrenamiento especializado ni equipo costoso (en comparación con las trampas-cámara; Rice *et al.*, 1995).

Sin embargo, aunque se consideró que dicho método es el más adecuado para su aplicación en el área de estudio y presenta las ventajas arriba señaladas, es importante mencionar que también se ha reconocido que presenta ciertas desventajas. El problema

principal, según Van Etten y Bennett (1965), es la variabilidad en la tasa de defecación que puede existir dependiendo de factores como la subespecie, la edad y el sexo, la calidad del forraje, las condiciones en las que se encuentran los animales y las condiciones ambientales. También se ha reconocido que la cantidad, tamaño, forma y consistencia de las excretas dependen en gran medida de la dieta, que a menudo muestra cambios estacionales (Wemmer *et al*, 1996). Asimismo, se ha referido a la pérdida de pellas de excremento por efecto de la lluvia y por la actividad de insectos, hongos y bacterias como una posible fuente de error. De igual forma, la caída de las hojas de los árboles en la temporada de secas puede restringir el muestreo de grupos fecales a los que se encuentren por encima de la hojarasca (Ezcurra y Gallina, 1981). Además, se ha sugerido la importancia de la revisión adecuada de las parcelas de muestreo, ya que al no contar todos los grupos fecales presentes se pueden subestimar las densidades poblacionales (Van Etten y Bennett, 1965; Mandujano, 2007a).

## **2.6. El hábitat del venado cola blanca**

La caracterización del hábitat es esencial para cualquier investigación de largo alcance con ungulados silvestres, ya que aspectos básicos como la distribución o la abundancia de cada especie animal son directamente dependientes de los requerimientos del hábitat de cada una. Aún cuando el estudio esté dirigido sólo a la población animal, es deseable tener alguna medida o valoración del hábitat a un simple nivel descriptivo. El impacto de los estudios faunísticos se incrementa cuando se hacen relaciones con el tipo de hábitat que ocupan las especies (Álvarez, 1995).

Cualquier descripción general de un ambiente puede incluir información del medio físico, como el clima, la topografía, la hidrología, los suelos, y biológica, como la vegetación (Álvarez, 1995). Factores básicos como el alimento, la cobertura y el agua son

los principales elementos que el hábitat debe proveer para la sobrevivencia de los grandes herbívoros (Dasmann, 1971).

Esencialmente, para la supervivencia, desarrollo y reproducción del venado cola blanca se requieren cuatro elementos básicos, que son; alimento (en cantidad suficiente y de calidad aceptable), cobertura vegetal (indispensable como medio de protección y refugio en hábitats naturales), agua (en cantidad suficiente, de buena calidad y accesible) y espacio (indispensable para la reproducción y la movilidad; Villarreal, 2006). La disponibilidad de alimento, agua y cobertura, además de las condiciones climáticas y la presencia de depredadores y competidores (p. ej. cabras) influyen sobre la actividad y el tamaño de las poblaciones de la especie (Galindo-Leal y Weber, 1998; Gallina *et al.*, 1998; Villarreal, 2006).

La vegetación es considerada como el componente más importante en la descripción del ambiente en el que vive un herbívoro silvestre, siendo además el reflejo de otros componentes del ecosistema, como el clima, los suelos y la hidrología. Todos ellos, de una u otra forma, influyen la presencia, distribución, abundancia y movimientos de los animales. La vegetación no sólo les proporciona el alimento, sino que además les brinda protección contra el clima y los depredadores (Álvarez, 1995). En particular, la densidad del estrato arbustivo ha sido considerada como una medida del refugio proporcionado por el hábitat (“cobertura de protección”; Griffith y Youtie, 1988).

En particular, se ha encontrado que las especies del estrato arbustivo contribuyen con la mayor parte de la dieta del venado cola blanca (Gallina *et al.*, 1981; Galindo-Leal y Weber, 1998; Villarreal, 2006).

Por otro lado, la vegetación le proporciona cobertura de protección, afectando la visibilidad horizontal, lo cual lo protege de los depredadores, entre ellos el hombre (Mandujano y Gallina, 1996; Galindo-Leal y Weber, 1998; Villarreal, 2006). En hábitats

boscosos con sotobosque denso los sexos tienden a segregarse, se forman grupos más pequeños, los individuos solitarios son más frecuentes (Mandujano y Gallina, 1996) y las densidades poblacionales tienden a ser mayores (Leopold, 1977; McCabe y McCabe, 1984; Aranda, 2000), mientras que en áreas abiertas los grupos tienden a ser más grandes y más complejos, pero también menos estables (Mandujano y Gallina, 1996).

Otros factores importantes son las fuentes de agua y la topografía, ya que se han encontrado mayores densidades en zonas con fuentes de agua cercanas y con topografía accidentada. En especial, el terreno accidentado es un elemento que favorece al venado cola blanca a escapar de sus depredadores (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005).

### **III. Objetivo general**

Evaluar los posibles escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en un bosque templado de Oaxaca, México.

### **IV. Objetivos particulares**

1. Estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca.
2. Caracterizar el hábitat de la especie en las asociaciones vegetales presentes de la comunidad.
3. Evaluar la factibilidad de algunos escenarios de manejo sustentable para la especie en dicha comunidad.

## V. Hipótesis

En este trabajo se esperan encontrar mayores densidades en zonas que presenten vegetación con sotobosque denso (Leopold, 1977; McCabe y McCabe, 1984; Aranda, 2000), así como en zonas con fuentes de agua cercanas y con topografía accidentada (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Tales sitios podrían ser considerados como prioritarios para el manejo sustentable del venado cola blanca en la zona.

## VI. Área de estudio

La comunidad de Santa María Yavesía se encuentra ubicada en el Ex-Distrito de Ixtlán, en la Sierra de Juárez y forma parte de la Región Centro-Norte del estado de Oaxaca. Se localiza entre las coordenadas 17°08'30" – 17°15'45" N y 96°21'15" – 96°27'45" W (Jiménez, 2004), con una extensión territorial de 6,455 ha (Fig. 1). Al norte colinda con el municipio de Santiago Xiacui, al este con Santiago Laxopa y al oeste con San Miguel Amatlán; los cuales también pertenecen al Ex-Distrito de Ixtlán, mientras que al sur colinda con el municipio de Villa Díaz Ordaz, que pertenece al Distrito de Tlacolula (Jiménez, 2004; Aguilar, 2007). Se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria No. 130 "Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe", que comprende los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz. Dicha región es importante para la conservación por su gran diversidad de ambientes interconectados, debida a la compleja fisiografía que prevalece ahí (Arriaga *et al.*, 2000).

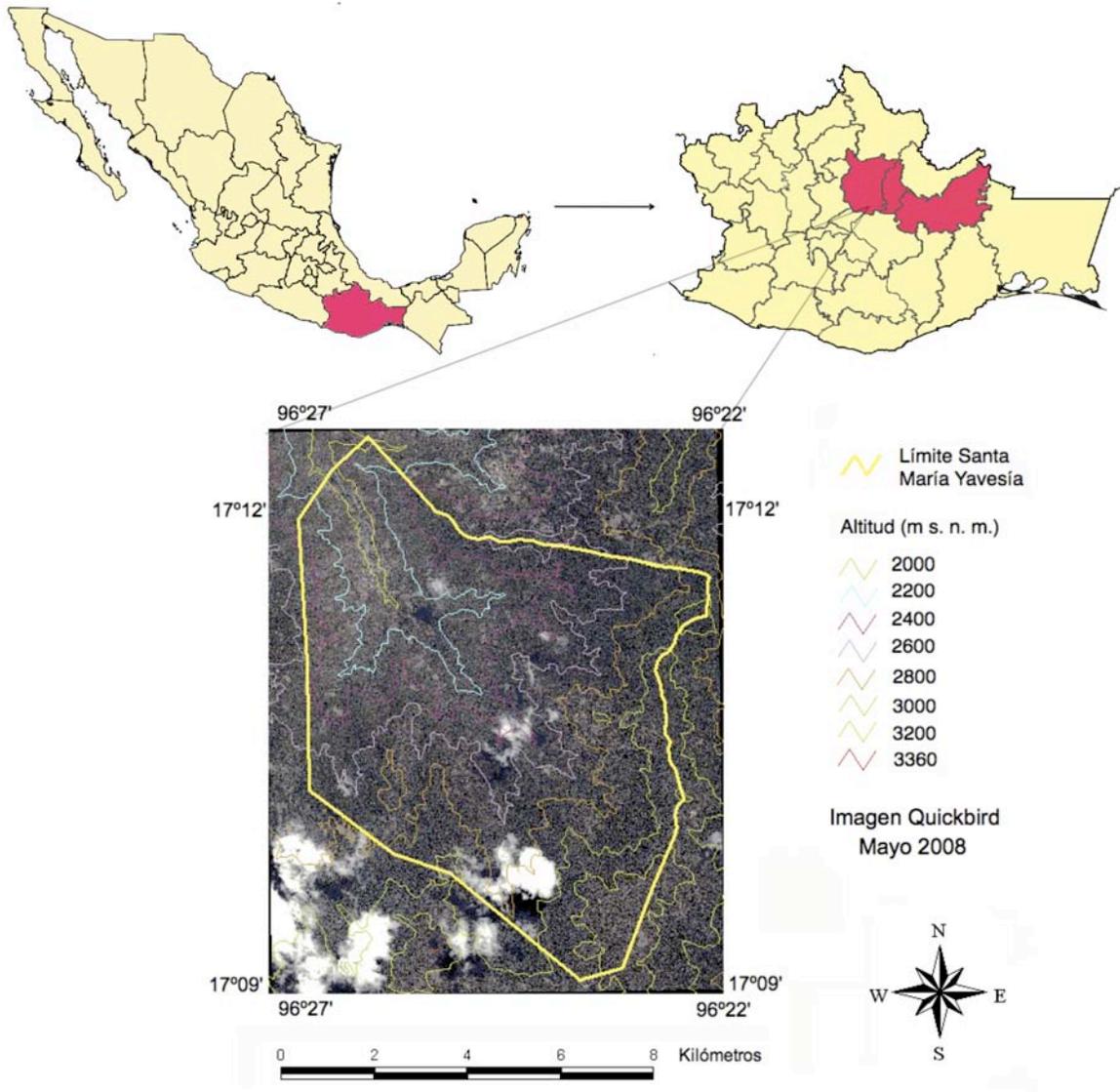


Figura 1. Mapa de ubicación de Santa María Yavesía.

## **6.1. Relieve**

Comprende un área con un intervalo altitudinal que va de los 1900 a los 3280 m s. n. m., con tres cañadas principales y una gran cantidad de cañadas menores, las cuales convergen en la cañada del río Yavesía con dirección noroeste. Los parajes conocidos como “Las dos piedras” (3280 m s. n. m.) y “La puerta” (3020 m s. n. m.) son las cimas más altas que se presentan en la zona. Predominan las pendientes que van de los 16 a los 35° (Jiménez, 2004), determinando el paisaje tan escarpado que se presenta en la zona (Aguilar, 2007).

## **6.2. Clima**

Debido a que en la comunidad no existen estaciones meteorológicas con datos suficientes para determinar el clima, se utilizaron datos de dos estaciones cercanas. La primera ubicada en la comunidad de Cuajimuloyas, la cual presenta una altitud de 3150 m s. n. m. y cuyo clima es similar al que existe en la parte alta de la comunidad de Santa María Yavesía. La segunda, correspondiente a la comunidad de San Pedro Nolasco (o Xiacui), se encuentra a una altitud de 1950 m s. n. m. y presenta un clima similar al que se encuentra en la parte baja de la comunidad (Benítez, 2006).

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1988), en la parte alta se presenta un clima Cb'(w2)(w)ig, el cual es semifrío subhúmedo con una precipitación de 1122.7 mm y una temperatura media anual de 9.9°C, con un régimen de lluvias en un verano fresco y largo, mientras que en la parte baja el clima es Cb(w2)(w)ig, el cual es de tipo templado subhúmedo con una precipitación de 1029.7 mm y una temperatura media anual de 16.7°C, con un régimen de lluvias en un verano fresco y largo (Benítez, 2006).

### **6.3. Geología**

Por su origen geológico, en la zona se presentan dos tipos principales de roca. En la parte alta de la comunidad se presentan rocas ígneas extrusivas de andesitas porfídicas de color gris oscuro que intemperizan en colores verde oscuro y café, siendo rocas del Oligoceno superior y Mioceno inferior. En la parte baja, donde se asienta el pueblo, se presentan rocas sedimentarias marinas del Cretácico inferior, constituidas por estratos de calizas de color gris verdoso y oscuro, acomodadas en estratos delgados y medianos con impresiones de gasterópodos, intercaladas con lutitas calcáreas en capas medianas de color gris verdoso (SSP, 1984; Jiménez, 2004).

### **6.4. Edafología**

De acuerdo a la clasificación de la FAO-UNESCO, modificada por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, el municipio posee tres tipos de suelo; 1) luvisoles vérticos, que son suelos de zonas templadas o tropicales lluviosas, con vegetación boscosa o selvática, 2) litosoles, que son suelos de distribución muy amplia, que pueden encontrarse en todos los climas y en diversos tipos de vegetación y, 3) regosoles eútricos, que son suelos de climas muy diferentes y que se encuentran en tipos de vegetación diversos, en particular en playas, dunas y en las laderas de todas las sierras mexicanas (Ramírez *et al.*, 2001).

### **6.5. Hidrología**

En la parte alta el territorio de la comunidad se encuentra el nacimiento del brazo más largo del río Papaloapan y que conforma una de las principales cuencas en el Estado y a nivel Nacional (Ramírez *et al.*, 2001), cuyos escurrimientos vierten su contenido hacia el valle de Oaxaca (ríos Norato y Cajonos) y hacia el Golfo de México (ríos Socorro,

Guacamayas y Yavesía; Aguilar, 2007). En las zonas altas, las rocas permiten la recarga de agua debido a su fracturamiento y a su permeabilidad secundaria (Ramírez *et al.*, 2001), así como el nacimiento de manantiales (Aguilar, 2007). Un gran número de escurrimientos perennes y temporales alimentan a los principales ríos de la comunidad (Guacamayas y Socorro), que confluyen a su vez en el río Yavesía (INEGI, 1999; Aguilar, 2007).

### **6.6. Vegetación**

Debido al gradiente altitudinal que se presenta en la zona, existen diferentes asociaciones vegetales. En la parte alta (a partir de los 2900 m s. n. m.) existen bosques de coníferas con *Abies hickelii*, *Pinus hartwegii*, *P. ayacahuite* y *Quercus ocoteaefolia*, que en algunas zonas se entremezclan conformando asociaciones. Hacia la parte media (alrededor de los 2500 m s. n. m.) existen bosques mixtos, los cuales presentan diferencias en abundancias de especies de *Pinus* como *P. leiophylla* y *P. patula* var. *longipedunculata*, con un sotobosque constituido principalmente por *Q. crassifolia* y *Q. aff. rugosa*. Más abajo (2300 m s. n. m.) la dominancia cambia a *P. oaxacana* y *P. lawsonii* acompañados de *Q. crassifolia*, *Q. aff. rugosa*, *Q. obtusata* y *Q. acutifolia*. Finalmente, alrededor de los 2000 m s. n. m. se establecen encinares caducifolios, dominados por *Q. liebmanii* (Benítez, 2006).

### **6.7. Aspectos socioeconómicos y uso de los recursos naturales**

Las principales actividades productivas que se desarrollan en la comunidad son la agricultura (en especial la fruticultura y la producción de papa), la carpintería, la elaboración de pan, la horticultura de traspatio, la producción de carbón y de cal, la avicultura, piscicultura, el ecoturismo, el comercio, el empleo en una empresa purificadora de agua manejada por la comunidad y la elaboración de tejamanil. Asimismo, existe una

importante migración a Estados Unidos de los hombres adultos de la comunidad para el trabajo como jornaleros (Ramos, datos no publicados).

Desde hace más de 40 años no se había presentado aprovechamiento forestal en la mayoría de la extensión territorial de la comunidad (aproximadamente 6000 hectáreas de bosque templado; Aguilar, 2007). Sin embargo, en los últimos años los bosques de Santa María Yavesía han sido atacados por el gusano descortezador *Dendroctonus adjunctus*, lo que ha provocado la infección de varias especies de árboles de la zona (Camacho, 2008) y la pérdida de 150 ha de sus bosques (aproximadamente 2.5% del total; Trejo, datos no publicados). Es por ello que la comunidad se ha encargado de combatir la plaga derribando los árboles infectados (Camacho, 2008), aprovechando la madera producida por ellos.

No obstante, la colecta de plantas, el uso de leña y madera y la caza de animales se han practicado desde hace mucho tiempo, siendo esta última una práctica regular entre los pobladores, cazándose principalmente ardillas (*Glaucomys volans* y *Sciurus aureogaster*), mapaches (*Procyon lotor*), armadillos (*Dasybus novemcinctus*), comadrejas (*Mustela frenata*), zorras (*Urocyon cinereoargenteus*) y venados cola blanca (Ambriz, 2003; Ramos, datos no publicados). Tales actividades pueden estar afectando a las poblaciones de dichas especies, en particular, del venado cola blanca. Es por lo que si se desea construir alguna estrategia para la conservación de esta especie en la comunidad se debe promover su uso racional (Ambriz, 2003).

## VII. Métodos

### 7.1. Selección de sitios

Para la selección de los sitios de muestreo se consideró la diversidad de asociaciones vegetales de la zona. Se seleccionaron 13 sitios (Fig. 2), a partir de tres criterios; 1) el gradiente altitudinal que comprenden los bosques de la comunidad; 2) la asociación vegetal (bosque de coníferas, bosque de pino-encino cerrado, bosque de pino-encino abierto, bosque de encino-pino y encinar caducifolio; Trejo, datos no publicados) y; 3) la disponibilidad de información sobre estructura y composición de la vegetación. Estos datos se tomaron de los trabajos de Aguilar (2007) y Wong (En preparación).

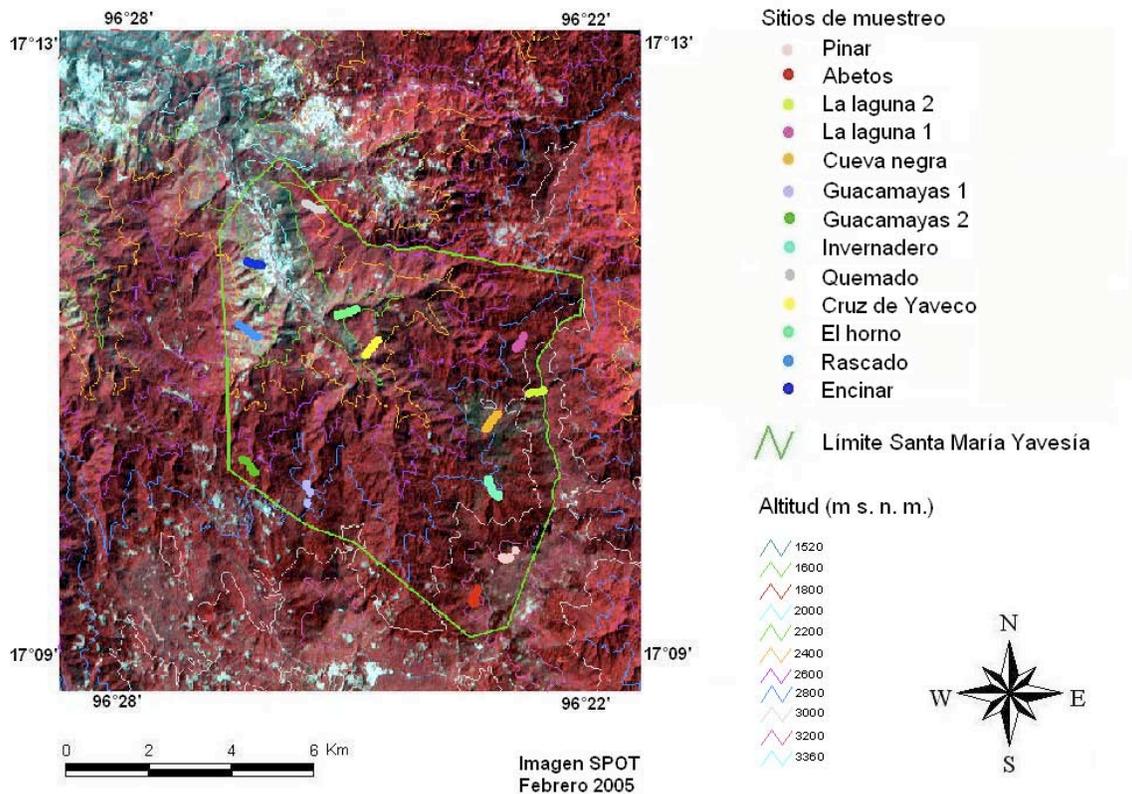


Figura 2. Mapa de los sitios de muestreo.

## 7.2. Estimación de la densidad poblacional

Para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en este trabajo se utilizó el método de conteo de grupos fecales (Ezcurra y Gallina, 1981; Gallina, 1990), debido a que es el método más consolidado para la estimación de la abundancia de cérvidos y otros herbívoros (Ojasti, 2000) y ha sido ampliamente utilizado en estudios poblacionales con venado cola blanca en el país (Ezcurra y Gallina, 1981; Gallina, 1990, 1994; Valenzuela, 1991; Mandujano, 1992; Galindo-Leal, 1993; Román, 1994; Mandujano y Gallina, 1994, 1995; Galindo-Leal y Weber, 1998; Villarreal y Treviño, 1999; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005; López, 2006; Camargo, 2008; Contreras, 2008; Coronel *et al.*, 2009; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009).

Dicho método consiste en colocar transectos lineales de 390 m de largo, en los cuales se establecen 40 parcelas circulares de  $9.3 \text{ m}^2$ , separadas por intervalos regulares de 10 m y dentro de las cuales se cuentan los grupos fecales (Figura 3). En cada sitio de muestreo se colocó un transecto.

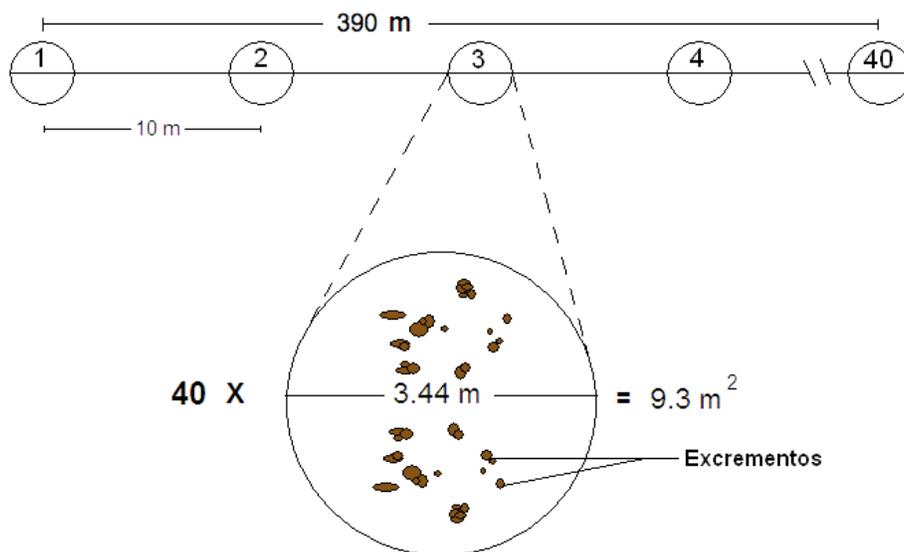


Figura 3. Transectos para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca.

En octubre, noviembre y diciembre de 2007 y enero de 2008 se realizó el premuestreo de los excrementos para eliminar todos los grupos fecales preexistentes en las 40 parcelas de cada transecto y, así, controlar el tiempo de depósito de los mismos. Posteriormente, en marzo (temporada de secas) y en junio-julio (temporada de lluvias) de 2008 se realizaron muestreos de los grupos fecales en cada uno de los transectos.

Debido a que previamente a la realización de este trabajo no se contaba con el entrenamiento necesario para la identificación de grupos fecales de venado cola blanca en campo, en etapas tempranas del mismo se solicitó la asesoría de pobladores de Santa María Yavesía con experiencia en ello.

Se definió como grupo fecal a 5 o más pellas encontradas juntas (Fig. 4), que presentaran características físicas similares (tamaño, forma, textura, color y dureza; Mandujano, 1992; Román, 1994; Ortiz-Martínez, 2000). Se contabilizaron todos los grupos fecales encontrados dentro de la parcela o cuando, al menos, la mitad se encontrara dentro del límite de la parcela (Román, 1994).



Figura 4. Excrementos de venado cola blanca en Santa María Yavesía.

El cálculo de la densidad poblacional con el método de muestreo de grupos fecales se realiza con base en el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956) y, para cada transecto, se calcula con la fórmula:

$$D = \frac{NP * PG}{TP * TD}$$

Donde:

D = Individuos/km<sup>2</sup>.

NP = Número de parcelas circulares de 9.3 m<sup>2</sup> en 1 km<sup>2</sup> (=107526).

PG = Promedio de grupos fecales por parcela circular.

TP = Tiempo de depósito de grupos fecales (días).

TD = Tasa de defecación (grupos/individuos/día).

Una fuente potencial de error de este método que debe ser considerada es la elección de una tasa de defecación apropiada (Eberhardt y Van Etten, 1956; Neff, 1968), ya que para disminuir la incertidumbre y obtener estimaciones poblacionales confiables, se debe estimar la tasa de defecación. El modelo original de Eberhardt y Van Etten (1956) emplea una tasa promedio de 12.7 grupos/individuos/día. Sin embargo, se ha visto que esta tasa de defecación no es la única, puede variar notablemente en diferentes localidades (Neff, 1968; Pérez-Mejía *et al.*, 2004) y tiende a sobreestimar la densidad poblacional (Neff, 1968; Rogers, 1987; Gallina, 1990). Asimismo, se ha visto que las tasas de defecación pueden diferir considerablemente dependiendo del tipo de dieta (muy relacionado con el tipo de hábitat), la estación del año, el sexo, la edad y las condiciones en las que se determinó dicha tasa (p. ej. animales en cautiverio/vida libre, horas de

observación o número de animales observados; Rogers, 1987; Mandujano y Gallina, 1994). Es de esperarse que una tasa de defecación obtenida en un lugar no sea aplicable a otro con condiciones distintas (Mandujano y Gallina, 1994). En consecuencia, aplicar indistintamente tasas obtenidas en sitios y condiciones diferentes necesariamente lleva a estimaciones sesgadas de la densidad y a establecer cuotas de aprovechamiento que pueden poner en riesgo a las poblaciones de venado sometidas a manejo (Pérez-Mejía *et al.*, 2004). Por ello, se han determinado varias tasas de defecación, superiores a la de Eberhardt y Van Etten (1956), en distintas localidades de México y en otras partes del continente (McCullough, 1987; Sawyer *et al.*, 1990; Pérez-Mejía *et al.*, 2004, entre otros) con valores que llegan hasta los 33.9 grupos/individuos/día (Rogers, 1987).

Por lo anterior, y debido a que actualmente no se conoce la tasa de defecación de los venados cola blanca de Santa María Yavesía, en este trabajo se utilizaron dos tasas de defecación, la propuesta por Eberhardt y Van Etten (1956; 12.7 grupos/individuos/día) que es la menor de las tasas conocidas para la especie y la propuesta por Rogers (1987; 33.9 grupos/individuos/día), que constituye el límite superior de las tasas encontradas. Al utilizar dos tasas (una alta y una baja) es posible obtener un intervalo dentro del cual muy probablemente se encuentra la densidad poblacional real (y por ende, el tamaño poblacional) de la especie en la zona.

Se revisaron un total de 1011 parcelas en los dos muestreos realizados en los 13 transectos, mientras que el tiempo de depósito varió de 61 a 145 días.

Para explorar de manera visual la tendencia central y la simetría de las distribuciones de las densidades poblacionales encontradas entre asociaciones vegetales y entre muestreos, se realizó un análisis descriptivo y exploratorio con ayuda de gráficos. Asimismo, para evaluar las diferencias significativas entre las densidades poblacionales encontradas en las cinco asociaciones vegetales y en los dos muestreos realizados, se

elaboró una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (sólo para la tasa de defecación de 33.9 grupos/individuos/día). Esto debido al incumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas que presentaron las variables, los cuales son necesarios para realizar un análisis paramétrico (Zar, 1999). Para realizar la prueba se utilizó el programa STATISTICA 7 (StatSoft, 2004).

### 7.3. Caracterización del hábitat

Para la caracterización del hábitat del venado cola blanca en las asociaciones vegetales muestreadas se seleccionaron variables de la vegetación del estrato arbóreo y del arbustivo, así como variables físicas, las cuales se mencionan a continuación.

Las variables de los estratos arbóreo y arbustivo se obtuvieron con información obtenida a partir de los trabajos de Aguilar (2007) y Wong (En preparación). En ambos casos se realizó un muestreo de círculos de 0.1 ha en los que se censó la vegetación. Para cada individuo se registró; 1) identidad taxonómica, 2) diámetro a la altura del pecho (DAP; tomado a una altura de 1.3 m)  $\geq 1$  cm y, 3) altura.

En cada sitio de muestreo se abarcó una superficie de 10 000 m<sup>2</sup> (10 círculos = 1 ha; Wong, En preparación) o 3 000 m<sup>2</sup> (3 círculos = 0.3 ha; Aguilar, 2007). En este último caso se extrapolaron los datos de abundancia a 1 ha para poder realizar comparaciones con los datos de Wong (En preparación).

Para la descripción de la estructura de la vegetación de cada sitio se calculó la densidad, área basal, riqueza de especies, diversidad, altura promedio de los individuos  $\geq 30$  cm de DAP, así como la densidad del estrato arbustivo y la cobertura de protección horizontal.

Para obtener la diversidad de especies en cada sitio, se calculó el Índice de Diversidad de Shannon ( $H'$ ; Magurran, 1988):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$p_i$  = Proporción de individuos encontrados de la especie  $i$  (número de individuos de la especie  $i$  / número de individuos de todas las especies).

La cobertura de protección horizontal (medida del refugio proporcionado por el hábitat) fue evaluada en 20 parcelas por transecto, separadas cada 20 metros, con base en el método de Griffith y Youtie (1988) modificado por Ortiz (2000). Dicho método consiste en usar una regla de 2 m x 5 cm, dividida en 10 secciones de 20 x 5 cm pintadas de manera alterna de blanco y negro. La regla se coloca de manera vertical en un punto (centro de la parcela circular) y se cuenta el número de secciones visibles (25% o más de cada sección) a una distancia de 15 metros. La cobertura de protección horizontal es expresada como el porcentaje de obstrucción visual (secciones no visibles) provocada por la vegetación (Griffith y Youtie, 1988; Ortiz, 2000).

Las variables físicas medidas en los sitios de muestreo fueron; altitud, orientación de la ladera, sinuosidad del terreno (a partir de la pendiente), distancia a la fuentes de agua, temperatura promedio anual y humedad relativa promedio anual (estas dos últimas fueron medidas con la ayuda de sensores de temperatura y humedad).

La altitud se registró en el inicio, a la mitad y al final de cada transecto y esos valores se promediaron para obtener una altitud promedio de cada sitio de muestreo.

La pendiente se midió en cada parcela y, posteriormente, se calculó la sinuosidad (lo accidentado del terreno) promediando el total de ángulos de inclinación (pendientes) determinados por sitio (40 parcelas).

De igual forma, la orientación de la ladera se midió en cada parcela y, posteriormente, la orientación promedio de la ladera se calculó con tales orientaciones.

La distancia a las fuentes de agua se calculó con ayuda de un sistema de información geográfica, sobreponiendo las fuentes de agua de la zona y los sitios de muestreo, y promediando la distancia a la fuente de agua más cercana desde el inicio, la mitad y el final de cada uno de los sitios (Álvarez, 1995).

Se evaluaron las diferencias significativas de las 13 variables medidas entre las cinco asociaciones vegetales presentes en la zona, usando un Análisis de Varianza de una vía o una prueba no paramétricas de Kruskal-Wallis. Se empleó una u otra técnica dependiendo de si las variables cumplían o no con los supuestos para realizar una prueba estadística paramétrica (Zar, 1999). Posteriormente, en los casos en los que se detectaron diferencias significativas se realizaron pruebas post-hoc para determinar la ubicación de tales diferencias (Zar, 1999). Los análisis estadísticos fueron realizados con ayuda del programa STATISTICA 7 (StatSoft, 2004).

## VIII. Resultados

Para evaluar la densidad poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Santa María Yavesía, se establecieron 13 sitios de muestreo, cuatro de ellos en bosques de coníferas, ocho en bosques mixtos y uno en encinar caducifolio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sitios de muestreo.

<b>Sitio</b>	<b>Latitud (N)</b>	<b>Longitud (W)</b>	<b>Orientación general</b>	<b>Asociación vegetal</b>
Pinar	17° 10' 16"	96° 22' 39"	NE-SW	Bosque de coníferas
Abetos	17° 09' 47"	96° 23' 18"	N-S	Bosque de coníferas
La laguna 2	17° 12' 20"	96° 22' 25"	E-W	Bosque de coníferas
La laguna 1	17° 13' 05"	96° 22' 30"	NE-SW	Bosque de coníferas
Cueva negra	17° 12' 05"	96° 22' 52"	NE-SW	Bosque de pino-encino cerrado
Guacamayas 1	17° 10' 57"	96° 25' 28"	N-S	Bosque de pino-encino cerrado
Guacamayas 2	17° 11' 21"	96° 26' 11"	NW-SE	Bosque de pino-encino cerrado
Invernadero	17° 11' 13"	96° 23' 00"	NW-SE	Bosque de pino-encino cerrado
Quemado	17° 14' 52"	96° 25' 27"	NW-SE	Bosque de pino-encino abierto
Cruz de Yaveco	17° 13' 03"	96° 24' 29"	NE-SW	Bosque de pino-encino abierto
El horno	17° 13' 28"	96° 24' 46"	E-W	Bosque de pino-encino abierto
Rascado	17° 13' 07"	96° 26' 07"	NW-SE	Bosque de encino-pino
Encinar	17° 14' 07"	96° 26' 14"	E-W	Encinar caducifolio

### 8.1. Densidad poblacional

En los 13 sitios visitados en las dos épocas (secas y lluvias) se encontró un total de 15 grupos fecales (en 1011 parcelas muestreadas), lo que representa un promedio de 0.015 grupos/parcela. El número de grupos fecales encontrados por sitio varió de cero (en la mayor parte de los sitios) a siete (La Laguna 1).

El número de grupos fecales encontrados por muestreo fue de 5 (muestreo de secas) y 10 (lluvias), mientras que por asociación vegetal varió de 2 (bosque de pino-encino cerrado) a 8 (bosque de coníferas; muestreo de lluvias), con un total de 11 (bosque de coníferas) y 4 (bosque de pino-encino cerrado). En el bosque de pino-encino abierto, en el bosque de encino-pino y en el encinar caducifolio no se encontraron grupos fecales. Se obtuvieron promedios de 0.38 a 0.77 grupos fecales por muestreo (secas y lluvias, respectivamente) y un promedio total de 0.58 grupos fecales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Grupos fecales encontrados por tipo de vegetación y por muestreo. Se presenta el promedio entre paréntesis.

<b>Asociación vegetal</b>	<b>Muestreo marzo (secas)</b>	<b>Muestreo junio-julio (lluvias)</b>	<b>Total</b>
Bosque de coníferas	3 (0.75)	8 (2.00)	11 (1.38)
Bosque de pino-encino cerrado	2 (0.50)	2 (0.50)	4 (0.50)
Bosque de pino-encino abierto	0	0	0
Bosque de encino-pino	0	0	0
Encinar caducifolio	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5 (0.38)</b>	<b>10 (0.77)</b>	<b>15 (0.58)</b>

Las densidades promedio estimadas (periodo de marzo a julio de 2008) para los venados cola blanca de la zona fueron de  $1.30 \pm 3.04$  (tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día) y de  $0.49 \pm 1.14$  (tasa de 33.9 grupos/individuos/día; Cuadro 3).

Las densidades promedio estimadas para el muestreo de la temporada de secas fueron de  $0.97 \pm 1.62$  (tasa de 12.7 grupos/individuos/día) y de  $0.36 \pm 0.61$  (tasa de 33.9 grupos/individuos/día), mientras que para el muestreo de lluvias fueron de  $1.63 \pm 4.05$  (tasa de 12.7 grupos/individuos/día) y de  $0.61 \pm 1.52$  (tasa de 33.9 grupos/individuos/día; Cuadro 3).

Para la tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día, la densidad poblacional estimada en el bosque de coníferas fue de  $3.17 \pm 4.91$  individuos/km<sup>2</sup> y en el bosque de pino-encino cerrado fue de  $1.06 \pm 1.57$  individuos/km<sup>2</sup>. Las densidades encontradas en el muestreo de secas fueron de  $2.14 \pm 1.72$  (bosque de coníferas) y de  $1.02 \pm 2.04$  individuos/km<sup>2</sup> (bosque de pino-encino cerrado), mientras que en el muestreo de lluvias fueron de  $4.20 \pm 7.10$  (bosque de coníferas) y de  $1.10 \pm 1.28$  individuos/km<sup>2</sup> (bosque de pino-encino cerrado; Cuadro 3).

Para la tasa de 33.9 grupos/individuos/día, la densidad poblacional promedio estimada en el bosque de coníferas fue de  $1.19 \pm 1.84$  individuos/km<sup>2</sup> y en el bosque de pino-encino cerrado fue de  $0.40 \pm 0.59$  individuos/km<sup>2</sup>. En el muestreo de secas, las densidades estimadas fueron de  $0.80 \pm 0.64$  individuos/km<sup>2</sup> (bosque de coníferas) y de  $0.38 \pm 0.76$  (bosque de pino-encino cerrado), mientras que en el muestro de lluvias de  $1.57 \pm 2.66$  (bosque de coníferas) y de  $0.41 \pm 0.48$  individuos/km<sup>2</sup> (bosque de pino-encino cerrado; Cuadro 3).

Cuadro 3. Estimación de la densidad poblacional (individuos/km<sup>2</sup>) del venado cola blanca por asociación vegetal, por muestreo y promedio ( $\bar{x} \pm D. E.$ ), con las tasas de defecación de 12.7 y 33.9 grupos/individuos/día.

Asociación vegetal	Muestreo marzo (secas)		Muestreo junio-julio (lluvias)		Promedio	
	Tasa de defecación		Tasa de defecación		Tasa de defecación	
	12.7	33.9	12.7	33.9	12.7	33.9
Bosque de coníferas	2.14±1.72	0.80±0.64	4.20±7.10	1.57±2.66	3.17±4.91	1.19±1.84
Bosque de pino-encino cerrado	1.02±2.04	0.38±0.76	1.10±1.28	0.41±0.48	1.06±1.57	0.40±0.59
Bosque de pino-encino abierto	0	0	0	0	0	0
Bosque de encino-pino	0	0	0	0	0	0
Encinar caducifolio	0	0	0	0	0	0
Promedio	0.97±1.62	0.36±0.61	1.63±4.05	0.61±1.52	1.30±3.04	0.49±1.14

El análisis descriptivo y exploratorio de los datos no mostró diferencias aparentes entre las distribuciones de los dos muestreos realizados (Fig. 5), ni entre asociaciones vegetales (Fig. 6).

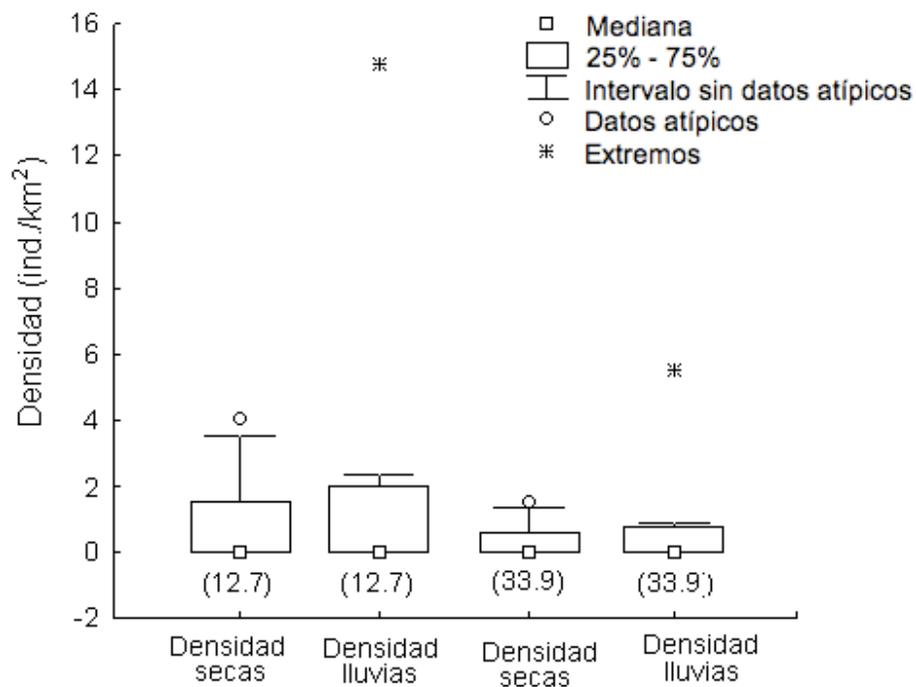


Figura 5. Diagramas de caja y bigotes para las densidades encontradas en los dos muestreos realizados con las tasas de defecación de 12.7 y 33.9 grupos/individuos/día.

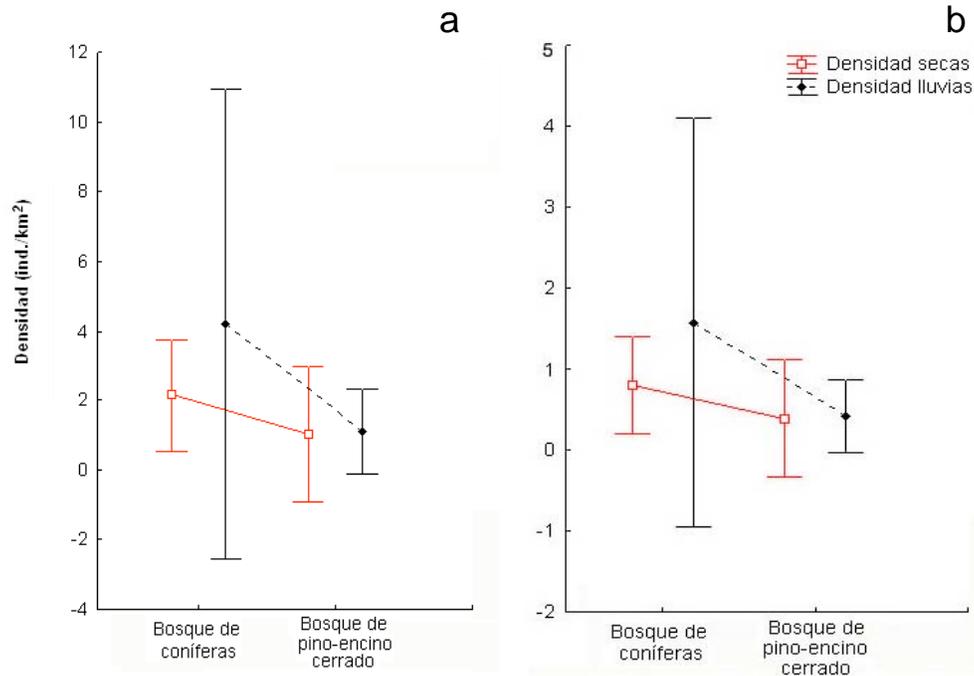


Figura 6. Densidades poblacionales ( $\bar{x} \pm D. E.$ ) encontradas por asociación vegetal y por muestreo: a) tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día; b) 33.9 grupos/individuos/día.

De igual forma, según la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la densidad poblacional de los venados cola blanca de la zona no presentó diferencias significativas entre tratamientos (tipos de vegetación y muestreos;  $H = 8.23$ ;  $p = 0.5$ ).

Hubo pérdidas de parcelas debido a su ingestión por ganado vacuno, a las actividades de saneamiento forestal que la comunidad de Santa María Yavesía realiza actualmente para controlar la plaga de gusano descortezador que afecta a sus bosques y a la extracción intencional por paseantes. Es por ello que los cálculos de la densidad se ajustaron al número de parcelas restantes.

De acuerdo a la incertidumbre generada por las diferentes tasas de defecación utilizadas, las estimaciones de la densidad poblacional promedio del venado cola blanca

encontradas en el este trabajo indican que, si los 61.58 km<sup>2</sup> que actualmente mantienen algún tipo de cobertura vegetal en Santa María Yavesía (Trejo, datos no publicados) fueran consideradas como hábitat potencial para la presencia del venado cola blanca y los venados presentaran una distribución homogénea en el territorio, el tamaño poblacional en la comunidad sería de entre 30 y 80 individuos. Sin embargo, únicamente se encontraron venados en el bosque de coníferas y en el bosque de pino-encino cerrado y las densidades encontradas en ellos fueron distintas. Es por ello que los tamaños poblacionales estimados se encontrarían entre los 18 y 48 individuos (bosque de coníferas) y entre 12 y 31 individuos (bosque de pino-encino cerrado; Cuadro 4).

Cuadro 4. Estimación del tamaño poblacional del venado cola blanca por asociación vegetal en Santa María Yavesía (tasas de defecación de 12.7 y 33.9 grupos/individuos/día).

Asociación vegetal	Superficie (km <sup>2</sup> )	Ocupación en Santa María Yavesía (%)	Tamaño poblacional (individuos)	
			Tasa de defecación 12.7	33.9
Bosque de coníferas	15.3	25	48	18
Bosque de pino-encino cerrado	29.0	47	31	12
Bosque de pino-encino abierto	7.6	12	0	0
Bosque de encino-pino	8.1	13	0	0
Encinar caducifolio	1.7	3	0	0
Total	61.6	100	80	30

## 8.2. Caracterización de hábitat

Los cuatro sitios pertenecientes al bosque de coníferas presentaron altitudes de 2766 a 3247 m s. n. m., orientaciones promedio de 66 a 200°, sinuosidades de 15 a 29°, distancias a fuentes de agua de 67 a 259 m, temperaturas promedio anuales de 8.1 a 9.5°C y humedades relativas promedio anuales de 81.2 a 85.6% (Cuadro 5).

Por su parte, los cuatro sitios del bosque de pino-encino cerrado presentaron altitudes de 2689 a 2826 m s. n. m., orientaciones promedio de 70 a 164°, sinuosidades de 15 a 31°, distancias a fuentes de agua de 26 a 72 m, temperaturas promedio anuales de 10 a 10.2°C y humedades relativas promedio anuales de 80 a 81.1% (Cuadro 5).

Los tres sitios del bosque de pino-encino abierto presentaron altitudes de 2239 a 2360 m s. n. m., orientaciones promedio de 45 a 116°, sinuosidades de 19 a 29°, distancias a fuentes de agua de 91 a 225 m, temperaturas promedio anuales de 14.8 a 15°C y humedades relativas promedio anuales de 67 a 69% (Cuadro 5).

El sitio ubicado en el bosque de encino-pino presentó una altitud de 2405 m s. n. m., orientación promedio de 192°, sinuosidad de 25°, fuente de agua más cercana a 140 m, temperatura promedio anual de 15.2°C y humedad relativa promedio anual de 69.2% (Cuadro 5).

Por último, el sitio del encinar caducifolio presentó una altitud de 2287 m s. n. m., orientación promedio de 225°, sinuosidad de 25°, fuente de agua más cercana a 88 m, temperatura promedio anual de 15.5°C y humedad relativa promedio anual de 68% (Cuadro 5).

**Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca, México**

Cuadro 5. Características físicas de los sitios de muestreo.

Sitio	Altitud promedio (m s. n. m.)	Orientación promedio de la ladera (°)	Sinuosidad (°)	Distancia a fuentes de agua promedio (m)	Temperatura promedio anual (°C)	Humedad relativa promedio anual (%)
<b>Bosque de coníferas</b>						
Pinar	3247	NE-SW	15	67	8.1	81.66
Abetos	3205	N-S	29	106	8.1	81.21
La laguna 2	3067	E-W	26	259	9.0	81.50
La laguna 1	2766	NE-SW	26	223	9.5	85.61
<b>Bosque de pino-encino cerrado</b>						
Cueva negra	2826	NE-SW	20	29	10.2	81.07
Guacamayas 1	2790	N-S	31	72	10.0	80.00
Guacamayas 2	2715	NW-SE	16	26	10.0	81.00
Invernadero	2689	NW-SE	15	35	10.6	79.98
<b>Bosque de pino-encino abierto</b>						
Quemado	2360	NW-SE	19	225	14.9	67.00
Cruz de Yaveco	2354	NE-SW	23	91	14.8	69.00
El horno	2239	E-W	29	96	15.0	68.36
<b>Bosque de encino-pino</b>						
Rascado	2405	NW-SE	25	140	15.2	69.20
<b>Encinar caducifolio</b>						
Encinar	2287	E-W	25	88	15.5	68.00

En el bosque de coníferas las especies dominantes fueron *Abies hickelii*, *Pinus patula*, *P. hartwegii* y *P. ayacahuite*. Los sitios muestreados presentaron densidades arbóreas de 663 a 1137 individuos, densidades arbustivas de 55 a 624 individuos, áreas basales de 24 a 66.3 m<sup>2</sup>, altura promedio de los árboles  $\geq$  30 cm DAP de 20.9 a 32.9 m, riqueza de 6 a 23 especies, diversidad de 0.34 a 2.44 y cobertura de protección horizontal promedio de 13.5 a 41.5% (Cuadro 6).

En los sitios del bosque de pino-encino cerrado las especies dominantes fueron *P. ayacahuite*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. montezumae*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*. Las densidades arbóreas en dichos sitios fueron de 896 a 1684 individuos, las densidades

arbustivas de 194 a 244 individuos, el área basal de 28.5 a 36.2 m<sup>2</sup>, la altura promedio de los árboles ≥ 30 cm DAP de 20.4 a 22.6 m, la riqueza de 9 a 18 especies, la diversidad de 1.68 a 2.29 y la cobertura de protección horizontal promedio de 46.5 a 63% (Cuadro 6).

En los sitios del bosque de pino-encino abierto las especies dominantes fueron *P. oaxacana*, *P. lawsonii*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *Quercus crassifolia* y *Q. Obtusata*. La densidad de árboles en dichos sitios fue de 710 a 2460 individuos, la densidad de arbustos fue de 105 a 414 individuos, el área basal de 16.9 a 54.3 m<sup>2</sup>, la altura promedio de los árboles ≥ 30 cm DAP de 19.3 a 27.9 m, la riqueza de 9 a 15 especies, la diversidad de 1.47 a 2.01 y la cobertura de protección horizontal promedio de 31.5 a 85% (Cuadro 6).

En el bosque de encino-pino las especies dominantes fueron *Q. laeta*, *Q. castanea*, *P. lawsonii* y *P. oaxacana*. Presentó una densidad de 910 árboles y 183 arbustos, área basal de 16.5 m<sup>2</sup>, altura promedio de los árboles ≥ 30 cm DAP de 16.4 m, riqueza de 8 especies, diversidad de 1.95 y cobertura de protección horizontal promedio de 68.5% (Cuadro 6).

Por último, en el encinar caducifolio las especies dominantes fueron *Q. aff. obtusata*, *Q. laeta* y *P. lawsonii*. Presentó una densidad de 896 individuos arbóreos y 244 arbustivos, área basal de 28.5 m<sup>2</sup>, altura promedio de los árboles ≥ 30 cm DAP de 7.7 m, riqueza de 14 especies, diversidad de 1.68 y cobertura de protección horizontal promedio de 61% (Cuadro 6).

**Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca, México**

Cuadro 6. Atributos de la vegetación de los sitios de estudio, ordenados por asociación vegetal (Datos modificados de Aguilar, 2007<sup>1</sup>; Wong<sup>2</sup>, En preparación).

Sitio	Densidad de árboles (individuos/ha)	Densidad de arbustos (individuos/ha)	Área basal (m <sup>2</sup> )	Altura promedio de árboles ≥ 30 cm DAP (m)	Riqueza de especies	Índice de diversidad de Shannon (H')	Cobertura de protección horizontal promedio (%)
<b>Bosque de coníferas</b>							
Pinar <sup>1</sup>	1137	624	24.0	20.9	6	0.34	13.5
Abetos <sup>1</sup>	867	55	44.0	26.6	10	0.86	26.5
La laguna 2 <sup>1</sup>	987	187	66.3	32.9	23	2.44	41.5
La laguna 1 <sup>2</sup>	663	72	52.3	28.8	15	2.05	27.0
<b>Bosque de pino-encino cerrado</b>							
Cueva negra <sup>2</sup>	982	194	35.8	20.4	14	1.96	63.0
Guacamayas 1 <sup>2</sup>	1002	168	36.2	22.6	9	1.68	52.5
Guacamayas 2 <sup>2</sup>	1684	194	35.2	22.3	12	1.72	46.5
Invernadero <sup>2</sup>	896	244	28.5	21.4	18	2.29	58.0
<b>Bosque de pino-encino abierto</b>							
Quemado <sup>2</sup>	2460	414	16.9	19.3	9	1.65	85.0
Cruz de Yaveco <sup>1</sup>	710	105	54.3	21.3	9	1.47	32.5
El horno <sup>1</sup>	1497	334	45.0	27.9	15	2.01	31.5
<b>Bosque de encino-pino</b>							
Rascado <sup>2</sup>	910	183	16.5	16.4	8	1.95	68.5
<b>Encinar caducifolio</b>							
Encinar <sup>2</sup>	1698	520	62.7	7.7	14	1.68	61.0

Se encontraron diferencias significativas entre la altura promedio de los árboles ≥ 30 cm DAP, la altitud, la temperatura promedio anual y la humedad relativa de las asociaciones vegetales muestreadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de las pruebas estadísticas realizadas a las variables del hábitat medidas.

<b>Variabes del hábitat</b>	<b>F</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
Densidad de árboles	-	3.34	0.50
Densidad de arbustos	-	2.71	0.61
Área basal	1.61	-	0.26
Altura promedio de árboles $\geq$ 30 cm DAP	5.91	-	0.02*
Riqueza de especies	0.31	-	0.86
Índice de diversidad de Shannon	-	1.08	0.90
Cobertura de protección horizontal promedio	2.08	-	0.18
Altitud	34.08	-	<0.01*
Orientación promedio de la ladera	2.01	-	0.19
Sinuosidad (grados)	0.24	-	0.91
Distancia a fuentes de agua promedio	-	7.55	0.11
Temperatura promedio anual	120.53	-	<0.01*
Humedad relativa promedio anual	-	11.06	0.03*

\* Diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

La altura promedio de los árboles  $\geq$  30 cm DAP del bosque de coníferas fue significativamente mayor que la del encinar caducifolio, pero no presentó diferencias con las asociaciones vegetales restantes.

La altitud del bosque de coníferas fue significativamente mayor que las altitudes de las asociaciones vegetales restantes. Por su parte, la altitud del bosque de pino-encino cerrado fue significativamente mayor que la del bosque de pino-encino abierto y que la del encinar caducifolio, pero no presentó diferencias con el bosque de encino-pino. La altitud del bosque de encino-pino sólo presentó diferencias significativas con el bosque de coníferas.

El bosque de coníferas presentó temperaturas promedio anuales significativamente más bajas que las de las asociaciones vegetales restantes. Por su parte, el bosque de pino-encino cerrado presentó temperaturas promedio anuales intermedias, mientras que el bosque de pino-encino abierto, el bosque de encino-pino y el encinar caducifolio presentaron temperaturas promedio anuales más altas.

Por último, la humedad relativa promedio anual del bosque de coníferas fue significativamente superior a la del bosque de pino-encino abierto.

### **8.3. Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca**

A continuación se presenta una comparación entre las características principales de las UMA (extensivas e intensivas), las Áreas Comunitarias Protegidas y el Programa de Tierras para la Conservación (Cuadro 8). Mientras que las UMA son reconocidas por la legislación mexicana y requieren su registro ante la Dirección General de Vida Silvestre (así como la elaboración de un Plan de Manejo), las Áreas Comunitarias Protegidas y el Programa de Tierras para la Conservación no tienen reconocimiento gubernamental. Sin embargo, es importante mencionar que para que los tres esquemas de conservación se puedan llevar a cabo, se requiere la presentación de las escrituras del predio donde se vayan a establecer (SEMARNAT, 2000; Gutiérrez *et al.*, 2002; González *et al.*, 2004; Diario Oficial de la Federación, 2006, 2007; Pronatura, 2009).

**Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca, México**

Cuadro 8. Características de las UMA extensivas, intensivas, Áreas Comunitarias Protegidas y Programa de Tierras para la Conservación (Tomado de: <sup>1</sup>SEMARNAT, 2000; 2009a, b; Diario Oficial de la Federación, 2006, 2007; <sup>2</sup>WWF, 2003 y González *et al.*, 2004; <sup>3</sup>Gutiérrez *et al.*, 2002; Pronatura, 2009).

	UMA extensiva <sup>1</sup>	UMA intensiva <sup>1</sup>	Áreas Comunitarias Protegidas <sup>2</sup>	Programa de Tierras para la Conservación <sup>3</sup>
<b>Tipos de manejo</b>	Cacería deportiva, mascotas, alimento, insumos para la industria, artesanías, exhibición, colecta, investigación, educación ambiental.	Ecoturismo, investigación, educación ambiental, fotografía, video y cine.	Apoya cualquier tipo de manejo sustentable.	Apoya cualquier tipo de manejo sustentable.
<b>Reconocimiento por la legislación mexicana</b>	Si	Si	No	No
<b>Aprovechamiento</b>	Sustentable.	Sustentable.	Sustentable.	Sustentable.
<b>Conservación</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Ingresos y generación de empleos</b>	Generación de empleos, recursos económicos.	Generación de empleos, recursos económicos.	No	Depende de la estrategia utilizada.
<b>Valoración de la vida silvestre</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Mantenimiento de servicios ambientales</b>	Si	Si	Si	Si
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo socioeconómico en el sector rural, promover esquemas alternativos de producción y conservación de la biodiversidad.</li> <li>- Investigación, recreación, educación ambiental, centro productor de pie de cría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo socioeconómico en el sector rural, promover esquemas alternativos de producción y conservación de la biodiversidad.</li> <li>- Investigación, recreación, educación ambiental, centro productor de pie de cría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Otorgar soberanía a las comunidades indígenas sobre sus recursos.</li> <li>- Conservación global.</li> <li>- Ordenamiento territorial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliar áreas bajo protección privada (individual, ejidal o comunal) de áreas prioritarias para la conservación.</li> <li>- Crear herramientas legales, incentivos y técnicas de implementación para los propietarios de terrenos biológicamente importantes que promuevan la conservación y uso sustentable.</li> <li>- Implementar las herramientas en sitios prioritarios.</li> <li>- Construir capacidades internas (en Pronatura), en otras ONGs y en agentes de gobierno en el uso de los instrumentos.</li> <li>- Diseminar las lecciones aprendidas.</li> </ul>

**Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca, México**

Cuadro 8. Continúa...

	UMA extensiva <sup>1</sup>	UMA intensiva <sup>1</sup>	Áreas Comunitarias Protegidas <sup>2</sup>	Programa de Tierras para la Conservación <sup>3</sup>
<b>Requisitos para su funcionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro ante la Dirección General de Vida Silvestre.</li> <li>- Plan de Manejo (autorizado por la SEMARNAT).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro ante la Dirección General de Vida Silvestre.</li> <li>- Plan de Manejo (autorizado por la SEMARNAT).</li> </ul>	-	Basado en seis pasos: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de predios.</li> <li>2. Elaboración de línea de base.</li> <li>3. Negociación.</li> <li>4. Implementación del instrumento legal de conservación.</li> <li>5. Elaboración del programa de monitoreo.</li> <li>6. Elaboración del plan de manejo.</li> </ol>
<b>Plan de manejo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos específicos.</li> <li>- Metas a corto, mediano y largo plazo.</li> <li>- Indicadores de éxito.</li> <li>- Descripción física y biológica del área.</li> <li>- Infraestructura necesaria para el funcionamiento de la UMA.</li> <li>- Métodos de muestreo.</li> <li>- Calendario de actividades.</li> <li>- Medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares.</li> <li>- Medidas de contingencia y mecanismos de vigilancia.</li> <li>- Medios y formas de aprovechamiento.</li> <li>- Sistema de marcaje para ejemplares, partes y derivados aprovechados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Objetivos específicos.</li> <li>- Metas a corto, mediano y largo plazo.</li> <li>- Indicadores de éxito.</li> <li>- Descripción física y biológica del área.</li> <li>- Infraestructura necesaria para el funcionamiento de la UMA.</li> <li>- Métodos de muestreo.</li> <li>- Calendario de actividades.</li> <li>- Medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares.</li> <li>- Medidas de contingencia y mecanismos de vigilancia.</li> <li>- Medios y formas de aprovechamiento.</li> <li>- Sistema de marcaje para ejemplares, partes y derivados aprovechados.</li> </ul>	Si	Si (no es un requisito para su funcionamiento, sino un resultado de la implementación de algunas de sus herramientas).
<b>Costo</b>	Medio (se requieren estimaciones poblacionales).	Alto (se requieren estimaciones poblacionales, modificación del hábitat, construcción de instalaciones, personal especializado para el manejo de especies, alimento, etc.).	-	-
<b>Apoyo económico</b>	Gubernamental (premio anual otorgado a UMA destacadas en la conservación de la vida silvestre y su hábitat).	Gubernamental (premio anual otorgado a UMA destacadas en la conservación de la vida silvestre y su hábitat).	Organizaciones no gubernamentales.	Organizaciones no gubernamentales (dependiendo de la herramienta utilizada).

En el caso de las UMA en las que se maneja venado cola blanca, existe un Plan de Manejo Tipo elaborado por la SEMARNAT y que tiene como objetivo “homogeneizar el desarrollo de las actividades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable” del venado cola blanca en zonas tropicales y templadas del país. Sin embargo, es importante que el Plan de Manejo Tipo se ajuste en aspectos particulares dependiendo de ciertas necesidades identificadas en los predios. Asimismo, existen metas a corto, mediano y largo plazo, así como indicadores ecológicos, económicos y sociales particulares que deben seguirse (Ver Anexo; Rojo *et al.*, 2007).

## IX. Discusión

El venado cola blanca es uno de los recursos faunísticos más utilizados de la comunidad de Santa María Yavesía. Por ello, es necesario que se establezcan y respeten los lineamientos necesarios para su manejo sustentable, ya que de lo contrario es muy probable se pierda en el futuro, a pesar de su gran importancia cultural y biológica. Es en este sentido que el presente estudio presenta una base para la generación de conocimientos fundamentales sobre la biología y ecología de la especie en la zona, necesarios para ello.

### 9.1. Densidad poblacional

Las densidades poblacionales encontradas en el bosque de coníferas en el periodo estudiado fueron superiores a las reportadas en otro trabajo realizado de 1998 a 1999 en una zona cercana (“Pueblos Mancomunados” –municipios de Santa María Yavesía, Santa Catarina Lachatao y San Miguel Amatlán–), en el que se utilizó también el método de conteo de grupos fecales (Ortiz, 2000 y Ortiz-Martínez *et al.*, 2005; Cuadro 9). Sin embargo, las estimaciones obtenidas para el bosque de pino-encino cerrado fueron menores a las encontradas en ese trabajo.

Asimismo, las densidades poblacionales estimadas fueron menores a las reportadas en otros trabajos realizados cerca del área de estudio con el método de conteos de huellas, que van de  $2.68 \pm 0.35$  individuos/km<sup>2</sup> (Briones-Salas y García, 2005) a  $4.8 \pm 2.5$  individuos/km<sup>2</sup> (Galindo *et al.*, 1985 en Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). En el caso del bosque de coníferas, sólo la densidad estimada con la tasa de defecación de 33.9 grupos/individuos/día fue menor a la del estudio de Briones-Salas y García (2005).

La densidad poblacional encontrada en el bosque de coníferas con la tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día fue superior a las densidades reportadas por Gallina (1990), Román (1994), Ortiz-Martínez *et al.* (2005), López (2006), Contreras (2008) y Sánchez-Rojas *et al.* (2009), mientras que la densidad estimada con la tasa de 33.9 grupos/individuos/día fue superior a las densidades reportadas por Ortiz-Martínez *et al.* (2005), Román (1994), Gallina (1990) y Contreras (2008; Cuadro 9).

Por su parte, las densidades encontradas en el bosque de pino-encino cerrado fueron superiores a las encontradas por Gallina (1990) y Contreras (2008), mientras que la densidad calculada con la tasa de 12.7 grupos/individuos/día fue superior a la de Contreras (2008; Cuadro 9).

Es importante mencionar que la tasa de defecación de 33.9 grupos/individuos/día, utilizada en este trabajo fue mayor que las tasas utilizadas en todos los trabajos mencionados, lo cual podría dar como resultado que la densidad poblacional de los venados en la zona se esté subestimando. Por otra parte, al utilizar la tasa de defecación de 12.7 grupos/individuos/día es probable que el resultado obtenido sobreestime la densidad.

Para disminuir la incertidumbre, es necesario que en el futuro se establezca la tasa de defecación de los venados cola blanca de Santa María Yavesía, para lo que se requiere monitorear a algunos individuos de la especie, realizando observaciones repetidas durante un periodo determinado y registrando cada vez que defequen (ver Pérez *et al.*, 2004). Los datos obtenidos servirán como base para el futuro manejo sustentable de la especie en la zona. Esto es de suma importancia, ya que se ha observado que pequeños errores en las estimaciones de las cosechas sustentables (provocadas por sobreestimaciones en la densidad poblacional, ocasionadas, a su vez,

**Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) en la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca, México**

por la selección de tasas de defecación más bajas de las reales) pueden derivar en la sobreexplotación y/o la extirpación del venado cola blanca (Mandujano, 2007b).

Cuadro 9. Densidades poblacionales encontradas en estudios con venado cola blanca en el país (método de conteo de grupos fecales).

Estudio	Densidad (individuos/km <sup>2</sup> )	Tasa de defecación (grupos/individuos/día)	Subespecie	Tipo de vegetación	Localidad
Este trabajo	3.17 ± 4.91	12.7	<i>Odocoileus virginianus oaxacensis</i>	Bosque de coníferas	Santa María Yavesía, Sierra Norte, Oaxaca
	1.06 ± 1.57	12.7		Bosque de pino-encino cerrado	
	1.19 ± 1.84	33.9		Bosque de coníferas	
	0.40 ± 0.59	33.9		Bosque de pino-encino cerrado	
Ortiz-Martínez <i>et al.</i> , 2005	1.13 ± 1.15	12.7	<i>O. v. oaxacensis</i>	Bosques templados	Pueblos Mancomunados, Sierra Norte, Oaxaca
López, 2006	1.80 ± 0.01	25.0	<i>O. v. mexicanus</i>	Selva baja caducifolia	Jolalpan, Mixteca, Puebla
Sánchez-Rojas <i>et al.</i> , 2009	2.10 ± 1.60	12.7	<i>O. v. mexicanus</i>	Bosque de pino, bosque de encino y pastizal	Huasca de Ocampo, Hidalgo
Valenzuela, 1991	4.83 ± 0.98	12.7	<i>O. v. sinaloae</i>	Bosque de pino-encino	La Primavera, Jalisco
Mandujano, 1992	28.10 ± 3.80	12.7	<i>O. v. sinaloae</i>	Selva baja caducifolia	Chamela, Jalisco
	17.10 ± 3.20	20.9			
	13.30 ± 1.80	26.9			
Román, 1994	10.23	15.2	<i>O. v. sinaloae</i>	Selva baja caducifolia	Bosques montanos de Jalisco y Colima
	1.60			Selva baja subcaducifolia	
	1.09			Bosque de encino-pino	
	7.94			Bosque de pino-encino	
Gallina, 1990	0.002 ± 0.0002	12.7	<i>O. v. couesi</i>	Bosque de pino-encino	Reserva de la Biósfera La Michilía, Durango
Galindo-Leal y Weber, 1998	5.90	12.7	<i>O. v. couesi</i>	Bosque de pino-encino	Reserva de la Biósfera La Michilía, Durango
	3.40	22.0			
Contreras, 2008	0.60 ± 0.80	25.0	<i>O. v. thomasi</i>	Bosques tropicales	Balancán, Tabasco
Villarreal y Treviño, 1999	8.00	20.0	<i>O. v. texanus</i>	Matorral xerófilo	San Vicente, Nuevo Laredo, Tamaulipas

Según Villarreal (1997 en Ortiz, 2000), para que el venado cola blanca sea susceptible de aprovechamiento sin ocasionar un efecto negativo sobre sus poblaciones, se requiere de un mínimo de 6 a 7 individuos/km<sup>2</sup>. Dicho autor plantea que esta densidad puede considerarse como “buena” y puede ser un reflejo indirecto de la capacidad potencial productiva del ecosistema.

No obstante, aunque el conocimiento de la densidad poblacional ha sido considerado como un factor importante en el aprovechamiento del venado cola blanca, siendo primordial que se realicen estimaciones precisas para ello (Villarreal, 2006; Weber *et al.*, 2006), no se puede establecer una tasa de aprovechamiento sólo con este parámetro. Para tener datos más confiables es necesario conocer la estructura (proporción de machos, hembras y crías) y la dinámica poblacional (Gallina, 1990; Villarreal, 2006). Esta última es la mejor herramienta para elaborar planes de manejo para poblaciones de venados (Galindo-Leal, 1993; Weber *et al.*, 2006).

Es necesario incrementar los estudios que tomen en cuenta la dinámica poblacional a través del tiempo y su variabilidad en distintos hábitats para conocer el estado actual y las tendencias de las poblaciones de venados, ya que varias subespecies podrían estar en peligro de extinción (incluyendo a *O. v. oaxacensis*). Posteriormente, se deberían identificar los procesos que determinan las bajas densidades y sus tendencias; en particular, analizar las causas de disminución en las poblaciones, los factores que determinan los cambios positivos o negativos en la reproducción y la sobrevivencia de los venados y si existe preferencia por algunos hábitats. El manejo de las poblaciones de venados debe estar basado en la respuesta a esas preguntas (Galindo-Leal, 1993; Weber *et al.*, 2006).

De acuerdo a Ceballos *et al.* (2002), los efectos más severos del deterioro sobre los mamíferos son la deforestación, la sobreexplotación y la introducción de especies

exóticas. Por su parte, Galindo-Leal (1993) afirma que estos factores han ocasionado que las poblaciones de venado cola blanca hayan sufrido reducciones y aislamientos.

En cuanto a la deforestación, la mayor proporción de los bosques del municipio de Santa María Yavesía no han sufrido transformaciones importantes desde hace más de 40 años (Aguilar, 2007), aunque como ya se mencionó anteriormente, en los últimos años se han reportado pérdidas de cerca de 150 ha, que corresponden a una fracción pequeña del total (2.5%) de los bosques de la comunidad (Trejo, datos no publicados), debido a una plaga ocasionada por el gusano descortezador *Dendroctonus adjunctus*. Tales pérdidas han sido el resultado del saneamiento, que consiste en el derribo de los árboles infectados (Camacho, 2008). Se ha planteado que aunque el manejo forestal no es una limitante directa para la supervivencia y reproducción del venado cola blanca, puede afectar su hábitat al disminuir el estrato arbustivo que tiene importancia forrajera y, por otro lado, la mayor visibilidad horizontal que genera puede ser un factor que favorece a los depredadores y, principalmente, a los cazadores (Ortiz, 2000). No obstante, aunque el saneamiento podría tener efectos negativos sobre el venado cola blanca en las zonas donde se realiza, no ha sido permanente y no afecta al estrato arbustivo. Además, las zonas afectadas constituyen una proporción muy pequeña de los bosques de Santa María Yavesía. Es por ello que las actividades de saneamiento no constituyen una amenaza importante para la supervivencia de las poblaciones de la especie en la zona. Por el contrario, los venados podrían estarse viendo favorecidos en las zonas donde se llevan a cabo tales actividades, ya que se ha visto que el venado cola blanca es un generalista que puede verse beneficiado por la apertura de claros (McCabe y McCabe, 1984) y prefiere bosques secundarios (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Lira, 2006; Contreras, 2008; González *et al.*, 2008) y con sotobosque denso (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Por otro lado, es muy posible que el efecto de la introducción de especies exóticas (principalmente ganado vacuno en la zona) sobre el venado cola blanca no sea importante. Esto debido a que, aunque no se tienen datos sobre el pastoreo por ganado vacuno en la zona, aparentemente no se practica de manera intensa (obs. pers.). Sin embargo, existen resultados contrastantes en cuanto al efecto que puede tener el ganado vacuno sobre el venado cola blanca en otros bosques templados del país. Según los resultados de Gallina (1993), el venado cola blanca y el ganado vacuno pueden compartir el hábitat, ya que no compiten por recursos (tienen diferentes preferencias alimenticias, debido a que el venado es ramoneador por excelencia y el ganado prefiere los pastos y las hierbas). Sin embargo, los resultados de Galindo-Leal *et al.* (1993) y Galindo-Leal y Weber (1998) sugieren que las densidades altas de ganado vacuno afectan negativamente al venado y a otros mamíferos, y que la remoción de la cubierta herbácea por el ganado aumenta las tasas de pérdida de agua, disminuyendo la capacidad de la vegetación para retener la precipitación del verano. Reconocen que el pastoreo y el pisoteo por el ganado pueden afectar el sotobosque, reduciendo la cobertura protectora para especies de fauna silvestre, entre ellas, los venados, que pueden modificar sus patrones de utilización del hábitat para evitar áreas con poca cobertura. De igual forma, reconocen que el pastoreo selectivo puede influenciar la sobrevivencia y regeneración de las plántulas que, a largo plazo, ocasionarán cambios en el hábitat, llevando a la eliminación de algunas poblaciones de venado cola blanca.

Por último, se ha reconocido que la cacería no regulada puede ser la principal causa de la escasez de venados en otros bosques templados (Galindo-Leal y Weber, 1998), así como de la modificación de sus preferencias de hábitat en otras regiones del país (Reyna-Hurtado y Tanner, 2005). Se ha reconocido que aún en un hábitat propicio para sostener a los venados, pueden encontrarse densidades muy bajas o, incluso,

ausencia de la especie, debido a costumbres de aprovechamiento negativas que en muchas ocasiones se encuentran fuertemente arraigadas en las poblaciones locales (Ortiz, 2000).

El efecto de la cacería por parte de las comunidades indígenas sobre la fauna silvestre es complejo de definir, particularmente cuando las costumbres de aprovechamiento no coinciden con las condiciones impuestas por la ley, lo cual suele suceder cuando se desconocen alternativas que regulen su aprovechamiento sustentable. Desde este punto de vista, las costumbres de caza actuales en Santa María Yavesía pueden considerarse contrarias a lo que es un aprovechamiento sustentable (Ortiz, 2000). En dicha comunidad se cazan machos y hembras adultas durante todo el año, con especial énfasis en las fiestas de los “barrios” de la comunidad (15 de agosto y 29 de septiembre), así como en la fiesta del pueblo (6-8 de diciembre), con fines de consumo y deportivos. Los cazadores reportan que se aprovecha el venado en su totalidad; la carne y vísceras como alimento, los cuernos, pieles y patas como insumos de peletería e, incluso, el excremento contenido en el intestino, que se cocina y se consume también como alimento (preparado con hojas de aguacate). La caza se lleva a cabo en forma de “arreadas” y con “lampareos”. En las arreadas, los cazadores van en busca de venados en “sitios” de caza, los acorralan con perros y los conducen hasta donde se encuentra esperando otro grupo de cazadores. Por su parte, en los lampareos se localizan sitios con rastros frescos de venado (p. ej. excrementos o echaderos) en el día, y durante la noche los cazadores esperan ahí a los venados. En ambos casos se usan escopetas. Los grupos de caza se componen de 12 o más personas, en su mayoría hombres adultos experimentados. Cuando no hay fiesta en el pueblo, el cazador que mata al animal tiene el privilegio de conservar una pierna, tres costillas, la piel, la cabeza, las patas y las vísceras, los demás cazadores se reparten el resto de manera equitativa. Sin embargo,

cuando hay fiesta, ya sea en los “barrios” o cuando se realiza la fiesta del pueblo, el animal se reparte entre toda la comunidad. Los cazadores han manifestado su interés por regular la caza en la comunidad, ya que declaran que hay pobladores de comunidades aledañas que cazan en su territorio y porque reconocen que necesitan reglas para aprovechar los venados de manera racional.

Es por ello que la cacería no regulada a la que se encuentran sujetos los venados de Santa María Yavesía constituye la amenaza más importante para la especie, por lo que los esfuerzos para su conservación deben estar enfocados a fomentar su uso racional. En general, es crucial que se implementen estrategias que conduzcan a la conservación y manejo integral de los bosques y la fauna de la comunidad (Ambriz, 2003).

Los resultados del presente estudio constituyen un primer acercamiento a la densidad del venado cola blanca de la zona, debido a que sólo se realizaron dos muestreos y a que pueden existir sesgos en la información obtenida por factores importantes no considerados. Sin embargo, es posible afirmar (al menos de manera preliminar) que con las densidades poblacionales encontradas en el presente estudio no se puede aprobar ningún tipo de aprovechamiento sustentable en la comunidad de Santa María Yavesía, al menos a corto plazo.

## **9.2. Caracterización del hábitat**

El hecho de que sólo el bosque de coníferas y el bosque de pino-encino cerrado hayan tenido presencia de venados podría estar relacionado al esfuerzo de muestreo empleado en cada una de las asociaciones vegetales, ya que el número de sitios establecidos en ellas fue distinto (bosque de coníferas y bosque de pino-encino cerrado, cuatro sitios cada uno; bosque de pino-encino abierto, tres sitios; bosque de encino-pino y encinar caducifolio, un sitio cada uno).

Por otro lado, la presencia de los venados también podría estar relacionada con el porcentaje de ocupación de cada una de tales asociaciones vegetales en el territorio de la comunidad, ya que aquéllas que presentaron venados, también tienen porcentajes de ocupación mayores (bosque de pino-encino cerrado; 47% y bosque de coníferas; 25%), mientras que aquellas en las que no se encontraron venados tienen una menor proporción de ocupación (bosque de encino-pino, 13%; bosque de pino-encino abierto, 12% y encinar caducifolio, 3%; Cuadro 4).

No obstante, el bosque de coníferas (que tuvo las mayores densidades) se establece en las zonas de mayor altitud (a partir de los 2800 m s. n. m.), presenta condiciones de mayor humedad relativa y temperaturas promedio anuales más bajas con respecto a las asociaciones vegetales restantes, lo que podría indicar que los venados cola blanca de la zona prefieren hábitats con esas características. Sin embargo, en el bosque de pino-encino cerrado no se encontró una relación clara entre la presencia de los venados y las características del hábitat que indiquen alguna preferencia por esta asociación vegetal.

Por lo anterior, las densidades poblacionales encontradas aquí podrían indicar que la presencia de los venados en la zona sí se encuentra influenciada por las características del hábitat, al menos en el bosque de coníferas. Al respecto, se puede mencionar el trabajo realizado por Ortiz (2000; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005) cerca del área de estudio, en el cual se reportan resultados similares a los encontrados en Santa María Yavesía, ya que los venados también tuvieron preferencias por el bosque de coníferas. Sin embargo, los venados tuvieron preferencias por el bosque de encino-pino.

Por otro lado, los resultados observados no permitieron probar la hipótesis planteada, ya que no se encontraron diferencias significativas entre el sotobosque, la

distancia a las fuentes de agua o la topografía de las asociaciones vegetales con presencia de venados, con respecto a aquellas que no presentaron venados.

Es importante resaltar que durante el periodo en el que se realizaron los muestreos de este trabajo se registró actividad intensa en el área debida al saneamiento, que consistió en la presencia constante de trabajadores y la introducción de maquinaria y camiones de carga, lo que pudo ser un factor de disturbio que afectó la presencia de los venados en los sitios de muestreo.

Es recomendable que en el futuro se incremente el número de sitios, así como el número de muestreos para determinar la densidad poblacional del venado cola blanca en Santa María Yavesía, ya que el periodo de muestreo y el número de sitios considerados en este trabajo fueron limitados y es probable que la presencia real de los venados en las asociaciones vegetales de la zona sea diferente a la encontrada en este trabajo. En particular, es importante mencionar que, tanto en el premuestreo como en visitas posteriores, se observaron grupos fecales en sitios que no tuvieron presencia de venados durante el periodo de estudio.

### **9.3. Escenarios de manejo sustentable para el venado cola blanca**

#### *9.3.1. Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA)*

Una limitante para proponer cualquier tipo de esquema de manejo (en este caso, una UMA) en la comunidad de Santa María Yavesía es la baja densidad poblacional que presentan los venados. Sin embargo, otra limitante muy importante es la problemática actual de tenencia de la tierra por los conflictos en la definición de los linderos de la comunidad. En particular, uno de los requisitos para poder registrar una UMA ante la

Dirección General de Vida Silvestre es la entrega de las escrituras del predio en donde se establecerá (SEMARNAT, 2009b). De resolverse tales problemas, este esquema de manejo constituye una alternativa de manejo sustentable para los venados (y otras especies) de la comunidad.

Se ha reconocido que las UMA presentan una serie de ventajas y desventajas, las cuales deben ser tomadas en cuenta si se consideran como una opción para el manejo futuro de los venados cola blanca en Santa María Yavesía. Entre los aspectos positivos que presentan las UMA se encuentran; a) su organización en un sistema (SUMA), por medio del cual se integran todos los tipos de aprovechamiento posibles, lo que permite tener un control sobre los mismos; b) que fueron el primer esquema establecido en el país que trató de promover el desarrollo rural y la conservación de la biodiversidad; c) que tratan que los propietarios de las tierras tengan una nueva percepción de los beneficios derivados de la conservación (SEMARNAT, 2000; 2009a) y les otorgan el derecho al aprovechamiento de la biodiversidad, así como la corresponsabilidad en la preservación del hábitat y las especies que allí habitan (SEMARNAT, 2009a) y; d) que constituyen el único esquema de manejo y aprovechamiento sustentable reconocido oficialmente, lo cual le ha permitido ser aplicado en todo el país (González *et al.*, 2004; Diario Oficial de la Federación, 2007).

No obstante, desde su creación en 1997, las UMA se han enfrentado a distintos escenarios ambientales y sociales que, a su vez, conllevan a problemáticas particulares complejas (Weber *et al.*, 2006). En primer lugar, aunque existen ejemplos claros del éxito en su manejo y administración, muchas UMA persiguen intereses particulares, más que comunitarios. Además, en las UMA intensivas algunas veces se tiene que adecuar o modificar el hábitat natural para lograr mayores beneficios, lo que probablemente tiene efectos colaterales sobre otras especies (González *et al.*, 2004).

Por otro lado, el modelo de las UMA fue creado e implementado originalmente en el noreste del país, en donde la mayoría de la tenencia de la tierra es privada. La implementación del modelo en el sureste del país ha sido problemático, ya que el tipo de tenencia de la tierra es comunal o ejidal en su mayoría y, donde la pobreza, la dependencia de los subsidios otorgados por el gobierno, la ignorancia y la apatía hacia la mayoría de las iniciativas dictadas por el gobierno son comunes. De igual forma, la gran biodiversidad de dicha región permite que existan más posibilidades para la diversificación productiva que sólo la caza cinegética, comparada con estados del noreste del país (González *et al.*, 2003; Weber *et al.*, 2006).

Asimismo, en el sureste del país se ha visto que aunque los requerimientos legales para establecer las UMA son claros y puntuales, sólo una fracción de los planes de manejo están completos, y aquellos que lo están, a menudo contienen información cuestionable e inconsistencias (p. ej. aprovechamiento real de la fauna; González *et al.*, 2003; García, 2005). Esto está relacionado con la falta de regulación institucional y de personal calificado en oficinas regionales de SEMARNAT, que permite y autoriza evaluaciones deficientes e incompletas (García, 2005; Weber *et al.*, 2006). Por lo anterior, es necesario que se eleven los estándares institucionales, promoviendo profesionales capacitados que tengan entrenamiento en ecología de la vida silvestre, así como un sistema para el seguimiento y la educación continua de los técnicos que la manejan (González *et al.*, 2003; Weber *et al.*, 2006).

Además, se ha reconocido que, aunque que las UMA se añaden al conjunto de estrategias productivas en el ambiente rural, en el sureste del país más que una actividad productiva, constituyen un ingreso potencial, inestable y poco rentable, dirigiéndose, al parecer, a ser una alternativa económica subsidiada, que no conlleva a la conservación

de la biodiversidad, ni al desarrollo social o económico (González-Marín *et al.*, 2003; García,2005; García-Marmolejo *et al.*, 2008).

De igual forma, según Weber *et al.*, (2006) uno de los principales problemas de las UMA en el sureste de México es el comportamiento oportunista de guías de caza y de proveedores de servicios, quienes usualmente poseen los requerimientos necesarios (p. ej. contactos, dinero, movilidad y educación) para generar negocios, pero usualmente se llevan la mayor parte de las ganancias y sólo les pagan una cantidad mínima a los propietarios de las UMA, por lo que es necesario que las comunidades sean autosuficientes para manejarlas.

Por otro lado, se ha reconocido que la mayoría de las UMA no pueden, por si mismas, sostener poblaciones mínimas viables de 500 venados, ya que una gran proporción de ellas (con algunas excepciones en el noroeste del país) presentan áreas muy pequeñas (<1000 ha; Mandujano y González-Zamora, 2009). Es por ello que en caso de que se deseara establecer una UMA en Santa María Yavesía, sería deseable proponer la conexión con zonas aledañas que presenten hábitats disponibles para el venado, con lo cual se favorecería la movilidad entre las poblaciones, así como el incremento del área para su supervivencia.

### *9.3.2. Áreas Comunitarias Protegidas*

Las Áreas Comunitarias Protegidas son delimitadas y sugeridas por las mismas comunidades indígenas y se originan en iniciativas de conservación de su patrimonio natural y cultural, manejando adecuadamente la biodiversidad de su territorio. A diferencia de las UMA, se basan en un planteamiento de conservación global (bosque-agua-fauna) y surgen a partir de un proceso comunitario de ordenamiento territorial, el cual establece zonas de actividad forestal, agrícola, de reforestación, de ecoturismo, de manejo de

productos no maderables y de crecimiento urbano ordenado (WWF, 2003; González *et al.*, 2004). Una ventaja de su implementación en la comunidad de Santa María Yavesía es que con ellas se podría realizar un manejo integral de los recursos naturales de la comunidad y no sólo del venado cola blanca.

Gracias a este esquema, las comunidades indígenas han logrado combinar la preservación de sus tradiciones centenarias con un manejo adecuado de la diversidad biológica de su territorio y su propio desarrollo en el estado de Oaxaca, que es uno de los estados más pobres de México (WWF, 2003).

Las Áreas Comunitarias Protegidas enfrentan diversos retos y entre ellos se encuentra el reconocimiento de los derechos de los pueblos indígenas en relación con sus tierras y recursos naturales, la actualización de la Legislación Mexicana y la política ambiental para responder a esta nueva dinámica de conservación y su incorporación al sistema oficial de Áreas Naturales Protegidas (WWF, 2003).

En particular, al igual que con las UMA, se reconoce que una de las limitaciones que podría impedir en un futuro que las propuestas y la actuación de las comunidades se instituyan en sus propias Áreas Comunitarias Protegidas es el grave problema de tenencia de la tierra por la definición de linderos entre ejidos y comunidades (SEMARNAP, 2000), un problema que, como ya se mencionó, la comunidad de Santa María Yavesía enfrenta actualmente.

### *9.3.3. Programa de Tierras para la Conservación*

Al igual que las UMA y las Áreas Comunitarias Protegidas, el Programa de Tierras para la Conservación tiene como objetivos trabajar con los propietarios de la tierra para aprovechar y conservar sus recursos naturales. Este esquema puede coexistir con las UMA o con las Áreas Comunitarias Protegidas, ya que uno de sus objetivos es ampliar el

área de zonas bajo protección privada (individual, ejidal o comunal). Sin embargo, al igual que las Áreas Comunitarias Protegidas, enfrenta el reto de ser reconocido por la Legislación Mexicana como una estrategia de conservación legal.

Es importante mencionar que en Santa María Yavesía ya se ha intentado implementar tal estrategia de conservación, pero los conflictos de tenencia de la tierra no han permitido su establecimiento en la comunidad (I. Trejo, Com. Pers.).

Es importante resaltar que, en el futuro, al resolverse los conflictos de tenencia de la tierra, estas alternativas podrían considerarse para la conservación del venado cola blanca en Santa María Yavesía.

## X. Recomendaciones de manejo

Se proponen las siguientes recomendaciones de manejo para que cualquier tipo de aprovechamiento sustentable del venado cola blanca pueda proponerse en la comunidad de Santa María Yavesía:

1. Continuar con las estimaciones poblacionales y aumentar el número de sitios muestreados, así como la frecuencia de dichos muestreos, para así, obtener valores más precisos. Adicionalmente, realizar estudios analizando la estructura y dinámica poblacional de la especie. Como ya se mencionó, la estructura poblacional proporciona información valiosa para fines de manejo. La proporción de sexos indica si el número de hembras y machos en la población está balanceado, lo cual asegura el éxito reproductivo (Gallina 1990). Por su parte, la distribución de edades permite conocer las tasas de supervivencia relativa, así como la fecundidad y la tasa de crecimiento de la población, lo cual revela su estado (si disminuye, aumenta o permanece estable; Gallina, 1990). Tradicionalmente se ha recomendado aprovechar sólo los excedentes de machos en las poblaciones silvestres de venado cola blanca, sin embargo, en la actualidad se reconoce que la única forma racional de lograr un manejo adecuado de las poblaciones de la especie requiere de la extracción conjunta de machos y hembras. Con esto se logra controlar la densidad y se mantiene la estructura de la población. En particular, las tasas de aprovechamiento deben ser analizadas para cada caso, tomando como base la calidad y capacidad de carga del hábitat para el año en cuestión, la densidad poblacional media, la relación machos:hembras, la relación hembras adultas:cervatos, la carga animal y el manejo de otros animales que compartan el hábitat (p. ej. hatos ganaderos) para el año en

cuestión, las condiciones climatológicas presentes y anteriores (principalmente con respecto a la lluvia total y a su distribución durante todo el año), el grado de afectación por la depredación y los registros de caza que incluyan, al menos, la edad, el sexo y las medidas de las canastas de astas de los animales cazados en temporadas anteriores (si este fuera el caso; Villarreal, 2006). Esta información permite determinar cuotas de caza y épocas de veda (Gallina, 1990).

2. Identificar los hábitos alimenticios, así como las características del hábitat claves que favorecen o limitan la presencia de los venados cola blanca en las distintas asociaciones vegetales de Santa María Yavesía. Lo anterior debido a que se ha reconocido que para establecer los procesos que determinan sus densidades y tendencias poblacionales es importante reconocer los factores que determinan los cambios positivos o negativos en su reproducción y sobrevivencia, así como las causas de sus preferencias por algunos hábitats sobre otros (Galindo-Leal, 1993; Weber *et al.*, 2006).
3. Si se deciden realizar estimaciones futuras de la densidad poblacional del venado cola blanca usando el método de conteo de grupos fecales, es necesario determinar su tasa de defecación, ya que es forzoso conocer dicho parámetro para convertir el índice de grupos fecales a número de individuos por unidad de área (Pérez-Mejía *et al.*, 2004) cuando se utiliza el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956).
4. La administración de cualquier opción de manejo que se desee establecer en el territorio de Santa María Yavesía debe estar regulada por los pobladores de la misma. Esto debido a que la consideración de los miembros de una comunidad como actores sociales participantes, y no sólo como proveedores del espacio que mantiene la vida silvestre, repercute en las capacidades sociales de las comunidades, permitiéndoles controlar el uso de sus recursos naturales y, por lo tanto, corresponsabilizándolas de

su mantenimiento, esto para su propio beneficio y para la conservación de la vida silvestre (García, 2005). Asimismo, se reconoce que los pobladores de las comunidades indígenas, dueños directos de los bosques, deben fungir como los principales actores en la conservación de las especies animales y que sin su convencimiento, cualquier estrategia planteada desde otros grupos de la sociedad seguramente no logrará los objetivos de conservación integral (González *et al.*, 2004).

En particular se recomienda;

- a. Constituir un comité de vigilancia que apoye la protección de la especie para su recuperación, designado por la misma comunidad (Briones, 1997; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005).
- b. Implementar talleres participativos en los que se intercambien conocimientos sobre la especie, su uso tradicional y su aprovechamiento sustentable. Esto con la finalidad de que se promueva en las costumbres de caza una actitud a favor del aprovechamiento sustentable (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Asimismo, para capacitar a los pobladores a que participen directamente en el manejo de la especie (Briones, 1997).
- c. Establecer vedas autoimpuestas por la comunidad para aumentar la densidad poblacional de los venados cola blanca de la zona, ya que ello permitirá construir un programa de aprovechamiento de autoconsumo y con fines cinegéticos (Briones, 1997; López-Téllez *et al.*, 2007). Lo anterior hasta que en estudios posteriores se demuestre que la población se ha recuperado (López, 2006). Dichas acciones ya se han implementado en varias comunidades indígenas de algunas regiones de Oaxaca (González-Pérez *et al.*, 2004), entre ellas áreas adyacentes a la comunidad de Santa María Yavesía (Briones, 1997). Posteriormente a la veda, la cacería que se autorice por la comunidad

deberá estar restringida a un periodo fijo (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005) que corresponda a los meses autorizados por la Dirección General de Vida Silvestre para el aprovechamiento del venado cola blanca en el estado de Oaxaca (SEMARNAT, 2009c).

- d. Considerar que además de la caza, en la comunidad existe un gran potencial ecoturístico para la apreciación del venado cola blanca (p. ej. observación y fotografía), y que el aumento de sus poblaciones podría favorecer dicha actividad, que se traduciría en la obtención de ingresos económicos adicionales, a la par que se propicia la educación ambiental de los turistas.
5. Los conflictos de tenencia de la tierra a los que se enfrenta la comunidad en la actualidad deben solucionarse lo más pronto posible, ya que de lo contrario no será posible establecer ningún tipo de aprovechamiento para la fauna silvestre (en este caso, para el venado cola blanca) de la zona.

Por último, existe otra estrategia que si se aplicara, podría tener efectos importantes para la conservación de todas las subespecies mexicanas, y no sólo de las poblaciones de *Odocoileus virginianus oaxacensis* en el estado de Oaxaca, o de manera particular, en el territorio de Santa María Yavesía.

El concepto actual de “trofeo” cinegético aplicado al venado cola blanca está basado exclusivamente en el tamaño mayor de astas y todo cazador aspira a la mayor “canasta” de astas posible. Desde el punto de vista cinegético y de acuerdo a los actuales libros de récords internacionales de trofeos más importantes (Boone and Crockett Club y Safari Club International), sólo tres de las 14 subespecies de venado cola blanca mexicanas son susceptibles de clasificar e ingresar en los mismos (*O. v. texanus*, *O. v. couesi* y *O. v. carminis*; Villarreal, 2006), cuentan con mejores densidades poblacionales y

reciben mayor protección por parte de ganaderos y propietarios de ejidos. El resto de las 11 subespecies, por sus menores tamaños de astas y dimensiones corporales no califican bajo este sistema y no se consideran como trofeos importantes (Villarreal-Espino, 2002; Villarreal, 2006). Además, no son igualmente protegidas por los propietarios de las tierras, porque su aprovechamiento cinegético no representa un beneficio económico directo importante (Villarreal, 2006).

La falta de categorías en los libros de récords internacionales y/o un libro propio de récords de venado cola blanca mexicano contribuyen a la generación de dos importantes problemas que afectan a las subespecies mexicanas de manera negativa. En primer lugar, no existe la posibilidad de obtener un beneficio económico importante derivado de su aprovechamiento cinegético. En consecuencia, no existe el mismo interés por parte de ganaderos, organizadores cinegéticos y propietarios de las tierras para proteger y fomentar estas subespecies. En segundo lugar, se está intentando establecer criaderos de las subespecies *O. v. texanus* y *O. v. couesi* en regiones del país que no corresponden a sus áreas de distribución y a los tipos de hábitat donde se encuentran, por lo que existe el riesgo potencial de la mezcla de subespecies y, por lo tanto, de la pérdida de las originales (de menor talla), lo cual va en detrimento de la conservación de la biodiversidad de fauna mexicana (Villarreal, 2006).

Sin embargo, el concepto de “trofeo” cinegético es subjetivo. Lo único que se requiere es un libro de récords de trofeos mexicanos, donde las mediciones de astas se comparen entre individuos de la misma subespecie. De esta forma, un venado cola blanca de la Sierra Norte de Oaxaca (*O. v. oaxacensis*) sería un trofeo de caza tan valioso como lo es uno de las subespecies *O. v. texanus* y *O. v. couesi*, si se le comparara con venados de su misma subespecie. Lo anterior porque cada uno puede constituir un récord mundial en su categoría (Villarreal, 2006).

Una forma de iniciar el proceso de reversión y revaloración de las subespecies mexicanas de venado cola blanca es la creación de un “Grand Slam” (torneo de caza deportiva) de venado cola blanca mexicano (Villarreal, 2006). Su establecimiento tendría como finalidad crear la demanda de trofeos cinegéticos para todas las subespecies mexicanas, de tal manera en que se incrementaría el número de UMA en las diferentes regiones de México y se estimularía la competencia entre los cazadores para lograr los mejores trofeos de cada subespecie, evitando su extinción, a la par que se generan empleos y se incrementan los ingresos en las comunidades rurales del país (Villarreal-Espino, 2002).

La finalidad del presente trabajo consistió en realizar una evaluación de las opciones que tiene la comunidad de Santa María Yavesía para manejar de manera sustentable los venados cola blanca de su territorio. Los resultados obtenidos permiten afirmar que actualmente no es posible aprovechar a la especie de manera sustentable por su baja densidad poblacional y por la problemática social de la comunidad (principalmente por los conflictos en la demarcación de sus límites territoriales y por la sobreexplotación de la especie). Sin embargo, se espera que con éste trabajo los habitantes de la comunidad conozcan algunas opciones de manejo sustentable para los venados de la zona y que, en el futuro, las pongan en marcha. Con ello podrán contribuir con la conservación de la especie (a la par que obtienen recursos económicos), de una manera tan efectiva como conservan sus recursos forestales. Es claro que la caza del venado cola blanca no debe eliminarse en la comunidad, ya que ha sido y es una tradición social y cultural inherente ahí, así como en muchos pueblos indígenas del estado de Oaxaca (González y Briones-Salas, 2000; Lira, 2006). La cuestión no es porqué, sino cómo y cuánto aprovechar. El venado es un recurso que debe ser regulado y respetado por las mismas comunidades (González y Briones-Salas, 2000).

## XI. Conclusiones

1. Las densidades poblacionales del venado cola blanca encontradas en el presente estudio fueron bajas, comparadas con las encontradas en otros trabajos realizados en la zona y en otras regiones del país. Se registró la presencia de los venados solo en el bosque de coníferas y en el bosque de pino-encino cerrado.
2. Se encontraron diferencias significativas entre la altura promedio de los árboles  $\geq 30$  cm DAP, altitud, la temperatura promedio anual y la humedad relativa de las asociaciones vegetales muestreadas. En tres de los cuatro casos, el bosque de coníferas (que presentó las mayores densidades) mostró diferencias significativas con el resto de las asociaciones vegetales muestreadas, por lo que es posible que los venados tengan preferencias por zonas con dichas características.
3. Los resultados encontrados no permitieron confirmar la hipótesis planteada en este trabajo.
4. La cacería no regulada a la que se encuentran sujetos los venados cola blanca de Santa María Yavesía es la amenaza más importante para la especie, por lo que los esfuerzos para su conservación deben enfocarse a fomentar su aprovechamiento sustentable en la comunidad.
5. Los escenarios para el manejo sustentable del venado cola blanca en la comunidad que fueron analizados en este trabajo fueron las UMA (intensivas y extensivas), las Áreas Comunitarias Protegidas y el Programa de Tierras para la Conservación. Debido a las bajas densidades poblacionales encontradas y a los conflictos de tenencia de la tierra por la definición de linderos en la comunidad, no es posible aprobar un

aprovechamiento sustentable de los venados, por lo que ninguno de estos escenarios podrá establecerse en la actualidad hasta que estos aspectos sean solucionados.

6. Se recomienda continuar con las estimaciones poblacionales del venado cola blanca, determinar su tasa de defecación (en caso de estimaciones poblacionales con el método de conteo de grupos fecales), realizar estudios de su estructura y dinámica poblacional, hábitos alimenticios y determinar con detalle las características del hábitat claves para su supervivencia.
7. Asimismo, se recomienda que cualquier decisión de manejo sea regulada por los pobladores de Santa María Yavesía. En particular, se recomienda crear un comité de vigilancia para la protección de la especie, implementar talleres participativos con el objetivo de intercambiar conocimientos sobre la especie, el establecimiento de vedas autoimpuestas por la comunidad y la incorporación del potencial ecoturístico en las decisiones de manejo del venado cola blanca.
8. Por último, se apoya la propuesta de Villarreal-Espino (2002) y de Villarreal (2006), en la cual se plantea la creación de un Grand Slam de venado cola blanca mexicano, que tendría como consecuencia la creación de una demanda de trofeos cinegéticos de todas las subespecies mexicanas (incluida *Odocoileus virginianus oaxacensis*, encontrada en Santa María Yavesía) para estimular la competencia entre los cazadores (tratando de lograr los mejores trofeos de dichas subespecies), a la par que se evita su extinción.

## XII. Referencias

- Aguilar, A. 2007. Estructura del bosque templado en la comunidad de Santa María Yavesía, en la Sierra de Juárez, Oax., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Alcorn, J. B. 1993. Indigenous peoples and conservation. *Conservation Biology* 7(2): 424-426.
- Álvarez, S. 1995. Estudio poblacional y hábitat del venado bura *Odocoileus hemonius peninsulae* en la Sierra de La Laguna, B. C. S. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Ambriz, G. 2003. Análisis faunístico de los mamíferos de los bosques de Santa María Yavesía, Ixtlán, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO-Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coords.). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México: Sierras del Norte de Oaxaca-Mije (RTP-130). CONABIO. México. pp. 504-508.
- Bacmeister, A., M. Gutiérrez y J. A. Montesinos. 2002. Servidumbres ecológicas en México. En: Gutiérrez, M., A. Bacmeister, G. Ortiz, G. Ortiz y J. A. Montesinos (Eds.). Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales en México. Pronatura, A. C. México, D. F. pp: 19-58.
- Bailey, J. A. 1984. Principles of wildlife Management. John Wiley and Sons. Nueva York.
- Benítez, E. E. 2006. Estructura, composición y diversidad beta en un gradiente altitudinal de los bosques de la comunidad de Santa María Yavesía, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Bennett, L. J., P. F. English y R. McCain. 1940. A study of deer populations by use of pellet-group counts. *Journal of Wildlife Management* 4: 398-403.
- Bocco, G. A. Velázquez y A. Torres. 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-70.
- Bodmer, R. E., R. Aquino, P. Puertas, C. Reyes, T. Fang y N. Gottdenker. 1997. Manejo y uso sustentable de peccaries en la Amazonia Peruana. Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission. No. 18. UICN-Sur. Quito.
- Briones. M. 1997. Manejo y conservación del venado cola blanca en comunidades indígenas de la Sierra Norte de Oaxaca. Memorias del 2º Foro Estatal de

- Investigación Científica y Tecnológica: "El impacto de la investigación y el desarrollo tecnológico en la problemática estatal. 4 y 5 de diciembre de 1997. pp: 400-403.
- Briones-Salas, M. y C. García. 2005. Estimación de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*) en la Sierra Norte de Oaxaca. Revista Mexicana de Mastozoología 9: 141-145.
- Bruntland, G. H. 1987. Our common future. Oxford University Press. Nueva York.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson y L. J. Laake. 1980. Estimation of density from line transect of biological populations. Wildlife Monographs 44(2): 1-202.
- Burnham, K. P., D. R. Anderson y L. J. Laake. 1985. Efficiency and bias in strip and line transect sampling. Journal of Wildlife Management. 49: 1012-1018.
- Camacho, F. 2008. Propuestas para un plan de restauración de los bosques templados de Santa María Yavesía, Oaxaca, México, ante el ataque de *Dendroctonus adjunctus* Blandford 1897. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Camargo, A. A. 2008. Evaluación del conteo de grupos fecales y del análisis morfométrico de pellets como métodos de obtención de parámetros demográficos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en Puebla, México. Tesis de Maestría. Instituto Nacional de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley and Sons.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala-UNAM.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005 (Coords.). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO-Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Ceballos, G. J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2002. Mamíferos de México. En: Ceballos, G. y J. A. Simonetti (Eds.). Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. CONABIO-Instituto de Ecología, UNAM. México, D. F. pp: 377-413.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F.
- Contreras, F. M. 2008. Ecología poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus thomasi*) en la R/A San Joaquín Municipio de Balancán, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Coronel, H., C. A. López y C. N. Moreno. 2009. ¿Pueden las variables de paisaje predecir la abundancia de venado cola blanca? El caso del noroeste de México. Tropical Conservation Science 2(2): 229-236.
- Cruz, L. M. 1974. Manual de laboratorio de ecología vegetal. Departamento de Fitotecnia.

Universidad de El Salvador. San Salvador.

- Daniel, W. S. y D. B. Frels. 1971. A track-count method for censusing white-tailed deer. Texas Parks and Wildlife Department. No. 7. 18 pp.
- Dasmann, W. 1971. If deer are to survive. Stackpole Books, Harrisburg, PA, USA. 127 pp.
- De Fries, R., S. Pagiola, W. L. Adamowicz, H. R. Akçakaya, A. Arcenas, S. Babu, D. Balk, U. Confalonieri, W. Cramer, F. Falconí, S. Fritz, R. Green, Edgar Gutiérrez-Espeleta, K. Hamilton, R. Kane, J. Latham, E. Matthews, T. Ricketts, T. Xiang Yue. 2005. Analytical approaches for assessing ecosystem condition and human well-being. En: R. Hassan, R. Scholes y N. Ash (Eds.). Millennium Ecosystem Assessment. Current state and trends assessment. Vol. 1. Island Press, Washington, D. C. pp: 37-71.
- Diario Oficial de la Federación. 2006. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. SEMARNAT. México, D. F.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. Ley General de Vida Silvestre. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Centro de Documentación, Información y Análisis. México, D. F.
- Eberhardt, L. 1978. Transect methods for population studies. Journal of Wildlife Management 42: 1-31.
- Eberhardt, L. y R. C. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group counts as a deer census method. Journal of Wildlife Management 20: 70-74.
- Ezcurra, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. En: Ffolliott, P. F. y S. Gallina (Eds.). Deer biology, habitat requirements and management in western North America. Instituto de Ecología, A. C. México, D. F. pp: 77-108.
- Focardi, S., R. Isotti y A. Tinelli. 2002. Line-transect estimates of ungulate populations in a mediterranean forest. Journal of Wildlife Management 66: 48-58.
- Galindo-Leal, C. 1993. Densidades poblacionales de los venados cola blanca, cola negra y bura en Norteamérica. En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). 1993. Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales. Vol. I. México, D. F. pp: 371-391.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1994. Translocation of deer subspecies: reproductive implications. Wildlife Society Bulletin 22: 117-120.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental: Ecología, conservación y manejo. Edicusa-CONABIO. México.

- Galindo-Leal, C. y M. Weber. 2005. *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780). En: Ceballos, G. y G. Oliva (Eds.). Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica – CONABIO. pp: 517-521.
- Galindo-Leal, C., A. Morales y M. Weber. 1993. Distribution and abundance of Coues deer and cattle in Michilía Biosphere Reserve. *Southwestern Naturalist* 38: 127-135.
- Gallina, S. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en La Michilía, Dgo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Gallina, S. 1993. Biomasa disponible y capacidad de carga para el venado y el ganado en la Reserva de La Michilía, Durango. En: Medellín, R. y G. Ceballos (Eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales. Vol. I. México, D. F. pp: 437-453.
- Gallina, S. 1994. Dinámica poblacional y manejo de la población del venado cola blanca en la Reserva de la Biosfera la Michilia, Durango, México. En: Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. Vaughan, C. y M. Rodríguez, (eds.). Editorial de la Universidad Nacional de Costa Rica. pp: 207-234.
- Gallina, S., E. Maury y V. Serrano. 1981. Food habits of white-tailed deer. En: Ffolliott, P. F. y S. Gallina (Eds.). Deer biology, habitat requirements and management in western North America. Instituto de Ecología, UNAM. México, D. F. pp: 133-148.
- Gallina, S., A. Pérez-Arteaga y S. Mandujano. 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepcion, Chile*. Tomo 69. pp: 221-228.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres de Offset Larios, S. A. México, D. F.
- García, G. 2005. Caracterización y sustentabilidad de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre en Campeche. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México.
- García-Marmolejo, G., G. Escalona-Segura y H. Van Der Wal. 2008. Multicriteria evaluation of Wildlife Management Units in Campeche, Mexico. *Journal of Wildlife Management* 72(5): 1194-1204.
- González, G. y M. Briones-Salas. 2000. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades indígenas de Oaxaca. *Investigación Hoy* 94: 20-27.
- González, G., M. Briones-Salas y A. M. Alfaro. 2004. Integración al conocimiento faunístico del estado. En: García-Mendoza, A., M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-WWF. México. pp: 449-466.

- González, R. M., R. Montes y J. Santos. 2003. Caracterización de las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Fauna Silvestre en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 2:13-21.
- González-Marín, R. M., S. Gallina, S. Mandujano y M. Weber. 2008. Densidad y distribución de ungulados silvestres en la Reserva Ecológica El Edén, Quintana Roo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24(1): 73-93.
- Griffith, B. y B. A. Youtie. 1988. Two devices for estimating foliage density and deer hiding cover. *Wildlife Society Bulletin* 16: 206-210.
- Gutiérrez, M., A. Bacmeister, G. Ortiz, G. Ortiz y J. A. Montesinos. 2002. Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales en México. Pronatura, A. C. México, D. F.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2a ed. John Wiley and Sons. Vol. II.
- Halls, L. K. 1984. *White-tailed deer. Ecology and management*. Stackpole Books-Wildlife Management Institute. Pennsylvania.
- INEGI. 1999. Carta topográfica. Tlalixtac de Cabrera. E-14-D-48. Escala 1:50 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F.
- Jacobson, H. A., J. C. Kroll, R. W. Browning, B. H. Koerth, y M. H. Conway. 1997. Infrared-triggered cameras for censusing white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 25: 547-556.
- Jiménez, J. L. 2004. Estructura del bosque de *Abies hickelii* Flous et Gausson en la comunidad de Santa María Yavesía, Distrito de Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Koerth, B. H., C. D. McKowen, y J. C. Kroll. 1997. Infrared-triggered camera versus helicopter counts of white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 25: 557-562.
- Leopold, A. S. 1977. *Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos de caza*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- Lira, I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en la Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10: 41-66.
- López, M C. 2006. Análisis de la densidad poblacional y caracterización del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en cuatro localidades del Municipio de Jolalpan, Puebla. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.
- 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.

- Lubchenco, J., A. M. Olson, L. B. Brubaker, S. R. Carpenter, M. M. Holland, S. A. Levin, J. A. Macmahon, P. A. Matson y J. M. Melillo. 1991. The sustainable biosphere initiative: An ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton.
- Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Mandujano, S. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20(1): 211-251.
- Mandujano, S. 2005. Track-count calibration to estimate density of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Mexican dry tropical forest. *The Southwestern Naturalist* 50(2): 223-229.
- Mandujano, S. 2007a. Métodos de estimación del tamaño poblacional del venado cola blanca en bosques tropicales. En: *Memorias del Taller para la elaboración de protocolos de evaluación y seguimiento para la conservación, recuperación y uso de poblaciones de fauna silvestre y sus hábitat en Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA)*. SEMARNAT, DGVS, INE, UPC, México, D. F.
- Mandujano, S. 2007b. Carrying capacity and potencial production of ungulates for human use in a mexican tropical dry forest. *Biotropica* 39(4): 519-524.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1994. Comparación de métodos para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. En: *Vaughan, C. y M. Rodriguez (Eds.). Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. pp: 263-280.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1995. Comparison of deer censusing methods in tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 23(2): 180-186.
- Mandujano, S. y S. Gallina. 1996. Size and composition of white-tailed deer groups in a tropical dry forest in Mexico. *Ethology, Ecology and Evolution* 8: 255-263.
- Mandujano, S. y A. González-Zamora. 2009. Evaluation of Natural Conservation Areas and Wildlife Management Units to support minimum viable populations of white-tailed deer in Mexico. *Tropical Conservation Science* 2(2): 237-250. Disponible en línea: [www.tropicalconservationscience.org](http://www.tropicalconservationscience.org)
- Mandujano, S. y V. Rico-Gray. 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Hays) by the Maya of Central Yucatán, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11(2): 175-183.

- 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 Zoológica Mexicana* (n. s.) 20(2): 45-67.
- Martínez, A., D. G. Hewitt y M. Cotera. 1997. Managing overabundant White-tailed deer in Northern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 25(2): 430-432.
- McCabe, R. E. y R. T. McCabe. 1984. Of slings and arrows: an historical retrospection. En: Halls, L. K. (Ed.). *White-tailed deer. Ecology and management*. Stackpole Books-Wildlife Management Institute. Pennsylvania. pp: 19-72.
- McCullough, D. R. 1985. Variables influencing food habits of white-tailed deer on the George Reserve. *Journal of Mammalogy* 66: 682-692.
- McCullough, D. R. 1987. The theory and management of *Odocoileus* populations. En: Wemmer, C. M. (Ed.). *Biology and management of the Cervidae: a conference held at the Conservation and Research Center, National Zoological Park, Smithsonian Institution*. Front Royal, Virginia, Agosto 1-5, 1982. Serie: Research Symposia of the National Zoological Park. Smithsonian Institution. Washington. pp: 535-549.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (Comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México, D. F. pp: 63-73.
- Naranjo, E., M. M. Guerra, R. E. Bodmer y J. E. Bolaños. 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 24(2): 233-253.
- Neff, D. J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census and distribution: a review. *Journal of Wildlife Management* 32: 597-614.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Smithsonian Institution. Washington, D. C.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Consulta en Internet (19 de noviembre de 2009): [http://www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/res\\_riodecl.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_riodecl.shtml)
- Ortiz, T. J. 2000. Densidad de población y uso de hábitat del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en los municipios de Amatlán, Lachatao y Yavesía, Sierra Norte de Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Ortiz-Martínez, T., S. Gallina y M. Briones-Salas. 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* (nueva serie) 21: 65-78.

- Pérez-Mejía, S., S. Mandujano y L. E. Martínez-Romero. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20(3): 167-170.
- Pimentel D., U. Stachow, D. Takacs, H. Brubaker, A. DUMA, J. Meaney, J. O'Neil, D. Onsi y D. Corzilius. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bioscience* 42(5): 354-362.
- Primack, R. B. 2004. *A primer of conservation biology*. 3a ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Primack, R. B., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (Coords.). 2001. *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Pronatura. 2009. Conservación de tierras. Consulta en internet (1º de octubre de 2009): [http://www.pronatura.org.mx/tierras\\_para\\_conservacion.php](http://www.pronatura.org.mx/tierras_para_conservacion.php)
- Ramírez, R., F. Ramos y A. Ríos. 2001. Estudio de ordenamiento territorial comunitario en Santa María Yavesía. *Proyectos de Desarrollo Sierra Norte de Oaxaca*, A. C.-WWF. México.
- Ramos, F. Datos no publicados. *Cultura y desarrollo comunitario de Santa María Yavesía*.
- Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2005. Habitat preferences of ungulates in hunted and non-hunted areas in the Calakmul forest, Campeche, Mexico. *Biotropica* 37(4): 676-685.
- Rice, W. R. y J. D. Harder. 1977. Application of multiple aerial sampling to a mark-recapture census of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 41(2): 197-206.
- Rice, C. G., T. E. Krucera y R. H. Barrett. 1995. Trailmaster® camera system. *Wildlife Society Bulletin* 23(1): 110-113.
- Roberts, C. W., B. L. Pierce, A. W. Braden, R. R. López, N. J. Silvy, P. A. Frank y D. Ransom. 2006. Comparison of camera and road survey estimates for white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 70(1): 263-267.
- Robinette, W. L., C. M. Loveless y D. A. Jones. 1974. Field tests of strip census methods. *Journal of Wildlife Management* 38(1): 81-96.
- Rogers, L. L. 1987. Seasonal changes in defecation rates of free-ranging white-tailed deer. *Journal of wildlife Management* 51: 330-333.
- Rojo, A., J. L. Cruz, G. Solano y R. Hernández. 2007. *Plan de Manejo Tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México*. SEMARNAT-Dirección General de Vida Silvestre.

- Román, T. 1994. Estimación poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en bosques montanos de Jalisco y Colima. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México.
- Sánchez-Rojas, G., C. Aguilar-Miguel y E. Hernandez-Cid. 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Tropical Conservation Science* 2(2): 204-214.
- Sawyer, T. G., R. L. Marchinton y W. M. Lentz. 1990. Defecation rates of female white-tailed deer in Georgia. *Wildlife Society Bulletin* 18(1): 16-18.
- SEMARNAP. 2000. Catálogo de especies vulnerables al aprovechamiento forestal en bosques templados del estado de Oaxaca. SEMARNAP-PROCYMAF. México, D. F.
- SEMARNAT. 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Logros y retos para el desarrollo sustentable. 1995-2000. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología. México, D. F.
- SEMARNAT. 2009a. Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). Consulta en Internet (17 de noviembre de 2009): [http://www.semarnat.gob.mx/gestion\\_ambiental/vidasilvestre/Pages/UMA.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/gestion_ambiental/vidasilvestre/Pages/UMA.aspx)
- SEMARNAT. 2009b. Información de trámites. Vida silvestre. Consulta en Internet (18 de noviembre de 2009): [http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/informacion\\_detrmites/Pages/vidasilvestre.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/informacion_detrmites/Pages/vidasilvestre.aspx)
- SEMARNAT. 2009c. Épocas hábiles 2009-2010. Consulta en Internet (11 de noviembre de 2009): <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/Pages/epocashabiles07-08.aspx>
- Smith, B. L. 1993. Collaborative strategies to promote local conservation of wildlife. *Miscellaneous Reports, Yukon Renewable Resources (Canada)* 93(1): 1-123.
- Smith, W. P. 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species*. The American Society of Mammalogists 338: 1-13.
- SSP. 1984. Carta geológica. Oaxaca. E-14-9. Escala 1:250 000. Secretaría de Programación y Presupuesto-INEGI. México.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (Data analysis software system). Versión 7.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14(81): 17-30.
- Toledo, V. M. 1997. Sustainable development at the village community level: a Third World perspective. En: Smith, F. *Environmental sustainability: practical global implications* De St. Lucie Press. Boca Ratón, Florida. pp: 233-251.

- Valenzuela, D. 1991. Estimación de la densidad y distribución de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Rafinesque 1832) en el bosque La Primavera, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Van Etten, R. y C. L. Bennett. 1965. Some sources of error in using pellet-group counts for censusing deer. *Journal of Wildlife Management* 29: 723-729.
- Villarreal, J. G. 2006. Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. 2ª . ed. Unión Ganadera Regional de Nuevo León – Fundación PRODUCE Nuevo León, A. C. – Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas.
- Villarreal, J. G. y A. Treviño. 1999. Estimación de la densidad de población de venado cola blanca “texano” *Odocoileus virginianus texanus* utilizando el conteo de excretas. Informe de Campo. Inédito.
- Villarreal-Espino, O. A. 2002. El *Grand-Slam* de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. *Archivos de Zootecnia* 51: 187-193.
- Waller, D. M. y W. S. Alverson. 1997. The white-tailed deer: a keystone herbivore. *Wildlife Society Bulletin* 25(2): 217-226.
- Weber, M., G. García-Marmolejo y R. Reyna-Hurtado. 2006. The tragedy of the commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34(5): 1480-1488.
- Wells, M. 1992. Biodiversity conservation, affluence and poverty: mismatched costs and benefits and efforts to remedy them. *Ambio* 21(3): 237-243.
- Wemmer, C., T. H. Kunz, G. Lundie-Jenkins y W. J. McShea. 1996. Mammalian sign. En: Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. Nueva York. pp: 157-176.
- Wilson, D. E. y D. A. M. Reeder (Eds.). 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. 3a ed. Johns Hopkins University Press.
- Wilson, D. E., J. D. Nichols, R. Rudran y C. Southwell. 1996. Introducción. En: Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y M. S. Foster (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington. pp: 1-7.
- Wong, J. En preparación. Determinación de peligro a incendios forestales en el municipio de Santa María Yavesía, Oaxaca, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.
- WWF, 2002. Oaxaca, líder en conservación comunitaria en el mundo. Boletín de prensa (17 de noviembre de 2002). Consulta en internet (30 de septiembre de 2009): [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/021117\\_oaxacaLider.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/021117_oaxacaLider.php).

- WWF. 2003. Participan representantes de comunidades oaxaqueñas en el V Congreso Mundial de Parques en Sudáfrica. Boletín de prensa (13 de octubre de 2003). Consulta en internet (30 de septiembre de 2009): [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/031011\\_participan\\_represent.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/archivos/bm/031011_participan_represent.php).
- WWF. 2007. Bosques mexicanos. Consulta en Internet (6 de noviembre de 2009): [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog\\_bosques\\_obj.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_bosques_obj.php)
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. 4<sup>a</sup> ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, Nueva Jersey.

## XIII. Anexo

Metas a corto, mediano y largo plazo e indicadores ecológicos, económicos y sociales de UMA que manejan venado cola blanca (Rojo *et al.*, 2007).

Metas e indicadores	UMA con venado cola blanca
Metas a corto plazo	<p>Manejo del hábitat y sus poblaciones (para su continuidad o establecimiento de forma saludable y viable).</p> <p>Identificación y delimitación de áreas importantes de alimentación, descanso y reproducción (relevantes para el establecimiento y desarrollo de las poblaciones).</p> <p>Seguimiento (para determinar su viabilidad).</p>
Metas a mediano plazo	<p>Mantener las poblaciones viables y genéticamente saludables (para permitir la continuidad de sus ciclos biológicos y su aprovechamiento sustentables).</p> <p>Fomento de la restauración de la superficie de su hábitat natural.</p> <p>Obtención de incentivos económicos (para fomentar y promover la conservación de los ejemplares, poblaciones, hábitats y ecosistemas).</p> <p>Participación en los proyectos de repoblación de la especie (promovidos por la SEMARNAT).</p>
Metas a largo plazo	<p>Conservación del hábitat natural.</p> <p>Favorecimiento de la continuidad de los ciclos biológicos de las especies asociadas.</p> <p>Conservación de las poblaciones de venado cola blanca a través de su manejo y aprovechamiento sustentable.</p> <p>Generación de alternativas productivas, fuentes de empleo y servicios ambientales para las comunidades locales.</p>
Indicadores ecológicos	<p>Contar con ejemplares o poblaciones viables sujetas a conservación, manejo y aprovechamiento sustentable.</p> <p>Lograr la permanencia de otras especies de flora y fauna silvestre en la UMA.</p> <p>Conservar e incrementar (si es posible) la cobertura vegetal natural y el hábitat del venado cola blanca.</p> <p>Mantener la abundancia relativa de ejemplares de especies de depredadores nativos.</p>
Indicadores económicos	<p>Llevar a cabo actividades de aprovechamiento extractivo y/o no extractivo de ejemplares de venado cola blanca (para convertir su conservación en una alternativa productiva en la UMA).</p> <p>Utilizar la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable como fuente alternativa de empleo y de ingresos.</p>
Indicadores sociales	<p>Promover la participación de las comunidades rurales en las actividades relacionadas a la conservación de la especie y la vida silvestre en la UMA y/o región.</p> <p>Generar conciencia ambiental en la localidad sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales del país.</p> <p>Incrementar el conocimiento de las poblaciones de fauna silvestre y su dinámica a nivel regional.</p>