



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

Instituto de Biología

**“DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y CONSERVACIÓN DEL VENADO
COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN EL NOR-
PONIENTE DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

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

P R E S E N T A

VICTOR HUGO FLORES ARMILLAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. VICTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA

MÉXICO, D.F.

ENERO, 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

Instituto de Biología

**“DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y CONSERVACIÓN DEL VENADO
COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*) EN EL NOR-
PONIENTE DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

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

P R E S E N T A

VICTOR HUGO FLORES ARMILLAS

DIRECTOR DE TESIS: DR. VICTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA

MÉXICO, D.F.

ENERO, 2010



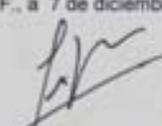
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 25 de octubre de 2009, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGÍA AMBIENTAL)** del alumno **FLORES ARMILLAS VÍCTOR HUGO** con número de cuenta **508012116** con la tesis titulada **"DISTRIBUCIÓN, DENSIDAD Y CONSERVACIÓN DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus mexicanus*), EN EL NOR-PONIENTE DEL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO."**, realizada bajo la dirección del **DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA**:

Presidente: DR. ALBERTO GONZÁLEZ ROMERO
Vocal: DRA. SONIA ANTONIETA GALLINA TESSARO
Secretario: DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA
Suplente: DR. SALVADOR MANDUJANO RODRÍGUEZ
Suplente: DR. JOSÉ RAÚL GARCÍA BARRIOS

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 7 de diciembre de 2009.



Dr. Juan Núñez Farfán
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del (la) interesado (a)

Agradecimientos

Quiero agradecer al posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM la oportunidad de continuar mi formación profesional en la máxima casa de estudios de México.

De la misma manera quiero agradecer la beca CONACyT que me fue otorgada, a la fundación Packard y al Macro-proyecto “Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano” por todo el apoyo recibido.

A los miembros de mi comité tutorial y jurado:

Al Dr. Victor Sánchez-Cordero por el apoyo brindado a lo largo de esta tesis.

A la Dra. Sonia Gallina Tessaro, ya que sin su ayuda y paciencia esta tesis no hubiera podido llevarse a cabo.

Al Dr. Raúl García Barrios, quien fue mi tutor desde la licenciatura y desde entonces planeo este trabajo que ha llegado a su término, muchas gracias por tu apoyo, amistad y consejo a lo largo de todo este tiempo y por darme la oportunidad en ese entonces.

Al Dr. Salvador Mandujano por sus valiosos comentarios y sugerencias que enriquecieron de forma notable este trabajo.

Al Dr. Alberto González Romero, por formar parte del jurado y por sus acertados comentarios que completaron esta tesis.

Agradecimientos a título personal

Primero que nada quiero agradecer a mis padres por toda su ayuda brindada a lo largo de mi vida y de este trabajo. Sin ellos y sin su apoyo y comprensión sin duda estaría en un lugar muy diferente, va para ellos, mi ejemplo e inspiración.

A mis hermanos, que completan mi familia de forma única e inmejorable, ambos, excelentes amigos y compañeros de camino.

Para Amy todo mi agradecimiento por creer en mí, por tu ayuda, comprensión, cariño y compañía que me brindaste en esta etapa tan importante de mi vida. Te lo agradezco mucho linda.

Muy especialmente quiero agradecer al Biól. Fernando Jaramillo Monrroy quien fue mi maestro en campo. Muchas gracias Fer! por todas esas salidas al campo a lo largo de casi dos años que me dejaron grandes enseñanzas.

De la misma manera, quiero agradecer al Maestro Victor Manuel Gómez ya que sin su ayuda este trabajo no se hubiera llevado a cabo. Sin personas como él la conservación en México estaría en graves problemas.

También quiero agradecer al Cbta 154 de Huitzilac Morelos, ya que el trabajo de sus estudiantes fue crucial e imprescindible. Muchas gracias a los chavos que con su esfuerzo y empeño hicieron del gran trabajo de campo salidas sumamente agradables.

Agradezco también a las comunidades de San Juan Tlacotenco, Coajomulco Tres Marías y al “Grupo Teporingo” del Distrito Federal, de verdad muchas gracias por dejarme trabajar en sus hermosos bosques.

Agradezco a la Geógrafa Celia López Miguel por el diseño de los mapas que aquí se presentan. Al Biól. Feliciano García Lara quien identificó las especies vegetales que en este trabajo se presentan. Y al Dr. Francisco Botello quien me apoyó desinteresadamente en la elaboración de la modelación de las especies arbustivas. De la misma manera, quiero agradecer a Geo y a Luzma quienes siempre amablemente respondieron a las solicitudes de ayuda.

Finalmente, (y no menos importante) a los compañeros de la maestría: A Hugo, Jessica, Yared (Luci), Jazmin, Mayren, Ernesto, Rosa, Lili, Laura, Eleonora, Berenice, Brenda, Dulce, Mario, Pachi, Fabiola, Karina, Liliana, Marylin, Diego y a los que me falten. Compañeros fue un placer haber compartido este viaje con ustedes!.

*“Al planeta que es mi casa y la fauna que
será mi vida y destino.”*

INDICE

Índice de cuadros	11
Índice de figuras	12
Resumen	14
Abstract	15
1. Introducción general	17
2. Área de estudio	
2.1 Ubicación.....	26
2.2 Geología y Geomorfología.....	27
2.3 Clima.....	28
2.4 Edafología.....	29
2.5 Hidrología.....	29
2.6 Vegetación.....	30
2.7 Fauna.....	32
Bibliografía.....	34
3. Hipótesis	37
4. Capítulo I	
Distribución, uso y preferencia de hábitat del venado cola blanca en el nor-poniente del estado de Morelos.	
4.1 Introducción.....	38
4.2 Método.....	41
4.3 Resultados.....	44

4.4 Discusión.....	47
4.5 Conclusiones.....	49
Bibliografía.....	50

5. Capítulo II

Densidad poblacional.

5.1 Introducción.....	54
5.2 Método.....	55
5.3 Resultados y discusión.....	56
5.4 Conclusiones.....	60
Bibliografía.....	61

6. Capítulo III

Caracterización del hábitat.

6.1 Introducción.....	65
6.2 Método.....	67
6.3 Resultados y discusión.....	69
6.4 Conclusiones.....	81
Bibliografía.....	82

7. Capítulo IV

Modelación de hábitat.

7.1 Introducción.....	87
7.2 Método.....	90
7.3 Resultados y discusión.....	92

7.4 Conclusiones.....	96
Bibliografía.....	97
ANEXOS.....	101

CUADROS

Cuadro 1. Transectos regionales del norponiente del estado de Morelos con su longitud y las asociaciones vegetales que atraviesa.....	42
Cuadro 2. Datos de utilización-disponibilidad de venado cola blanca en el CBCH.....	45
Cuadro 3. Chi-cuadrada. De acuerdo estos datos se encontraron diferencias significativas entre la disponibilidad y uso de hábitat.....	46
Cuadro 4. Intervalos de confianza simultáneos empleando la aproximación de Bonferroni para la utilización de los tipos de vegetación por venado cola blanca. Nivel de significancia 0.05.....	46
Cuadro 5. Grupos de fecales por transecto.....	56
Cuadro 6. Densidades de venado cola blanca encontradas por varios autores en bosques templados.....	58
Cuadro 7. Comparativo entre áreas de estudio con sus especies exclusivas y compartidas.....	71
Cuadro 8. Condensado de las variables estructurales por estrato en cada transecto	74
Cuadro 9. Especies con mayor porcentaje de importancia por transecto.....	75
Cuadro 10. Porcentaje de distribución general de pendientes en ambas zonas de estudio.....	76
Cuadro 11. Porcentajes de distribución general de las orientaciones en ambas zonas de estudio.....	77
Cuadro 12. Resultados del análisis de componentes principales con las variables del hábitat.....	79

FIGURAS

Figura 1. Área de estudio general con respecto al Corredor Biológico Chichinautzin.....	27
Figura 2. El Corredor Biológico Chichinautzin y la distribución de sus tipos de vegetación.....	32
Figura 3. Distribución de las sub-especies de venado cola blanca <i>Odocoileus virginianus</i> dentro de la república mexicana.....	38
Figura 4. Ubicación espacial de los transectos regionales para observar la distribución del venado cola blanca en el nor-poniente del estado de Morelos.....	41
Figura 5. Área general de distribución probable del venado cola blanca en el nor-poniente del estado de Morelos.....	44
Figura 6. Tipos de vegetación tomados en cuenta para determinar el uso y la preferencia del venado cola blanca.....	45
Figura 7. Áreas donde se encontró mayor número de grupos de excretas. En la parte superior el volcán Huexcalapa y San Juan Tlacotenco en el sur.....	47
Figura 8. Zona de muestreo San Juan Tlacotenco.....	57
Figura 9. Zona de muestreo Huitzilac.....	57
Figura 10. Familias encontradas en las zonas de estudio San Juan Tlacotenco y volcán Huexcalapa.....	69
Figura 11. Diagrama del indicador “Mao Tau”.....	72
Figura 12. Diagrama del indicador Chao 2.....	73
Figura 13. Histograma de frecuencias del porcentaje de parcelas con los diferentes grados de perturbación.....	77
Figura 14. Representación gráfica del análisis de componentes principales.....	81
Figura 15. Resultados de la modelación de las especies consideradas importantes para el venado cola blanca.....	93
Figura 16. Ampliación del mapa de distribución potencial de las especies consideradas de importancia para el venado cola blanca.....	95

Figura 17. 1) Distribución potencial del venado cola blanca en el Eje Neovolcánico, 2) Modelos agrupados de las especies consideradas de importancia para el venado cola blanca (Eliminando *Ternstroemia pringlei* por tener pocos registros de esta especie) y 3) Distribuciones potenciales del venado y de las especies arbustivas.....95

RESUMEN

El Corredor Biológico Chichinautzin, fue creado debido a su vulnerabilidad, sus elementos naturales y que se considera zona de recarga de acuíferos. Sin embargo, desde antes de su decreto y en la actualidad, el área presenta cacería indiscriminada, deforestación, ampliación de la frontera agropecuaria, urbanización y poca o nula planeación en el manejo de los recursos naturales los cuales han disminuido de manera constante afectado los procesos biológicos y climáticos dentro del estado. El venado cola blanca es una especie con gran potencial para promover la conservación de sus poblaciones en la zona y el uso sustentable del ecosistema del cual forma parte. Para esto, es necesario conocer las distintas variables asociadas con ella para elaborar la planeación de manejo ó restauración de sus poblaciones y su hábitat, mejorando sus condiciones, promoviendo su incremento poblacional y estableciendo directivas de manejo acordes con la información obtenida previamente.

Se realizaron recorridos regionales para establecer la distribución de la especie sobre el corredor. Además se utilizó el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956) para determinar la abundancia relativa de la especie, así como de cuadrantes centrados en puntos de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) para la caracterización de la estructura y composición de la vegetación. Finalmente se utilizó el programa Maxent 3.3.1 para realizar la modelación de las especies arbustivas de importancia para el venado cola blanca para determinar su ubicación espacial dentro de nuestra área y así localizar lugares para reintroducir y proteger a la especie.

El área de distribución de la especie parece estar determinada por la carretera federal y la autopista México-Cuernavaca. En cuanto a la densidad ésta estuvo dentro del rango de 2.74 ± 3.62 venados/km² en San Juan Tlacotenco y 2.71 ± 2.07 en el volcán Huexcalapa, la cual es considerada baja en relación con otros trabajos en el mismo tipo de hábitat. Durante la caracterización de la vegetación observamos que existen condiciones

adecuadas (alimento y cobertura) para el establecimiento de la especie. Finalmente, el resultando de la modelación propone a todo el corredor biológico como propicio para la distribución de las especies arbustivas, por lo que se sugiere su conservación. Además, se debe trabajar para lograr una comunicación adecuada con las comunidades humanas aledañas que se encuentran en la zona para la protección de la especie así como para establecer un uso de los recursos naturales acorde con la legislación presente en esta Área Natural Protegida.

ABSTRACT

The Biological Corridor Chichinautzin was created due to it being considered a zone of aquifer recharge, its vulnerability and its natural faunistic and floristic elements. Although, before its decree and in the present, the area presents indiscriminate hunting, deforestation, widening of the farming boundaries, urbanization and little or no planning on the managing of natural resources which have diminished at a constant pace affecting the biological and climatic processes within the state. The white tailed deer is a species with great potential to promote the conservation of its population in the area and the sustainable use of the ecosystem of which it is a part of. For this, it is necessary to know the different variables associated with it to elaborate the planning of the managing or restoration of its populations and its habitat, bettering its conditions, promoting the rise of its population and establishing directive management according to the previously obtained information.

Regional routes were created to establish the distribution of the species throughout the corridor. Also, the Eberhardt and Van Etten model (1956) was used to determine the related abundance of the species like quadrants centered in points of Mueller-Dombois and Ellenberg (1974) for the structure and composition characterization of the vegetation. Finally, the Maxent 3.3.1 program was used to create the model of the bush species of importance for the

white tailed deer to determine the spatial localization within our area and with this, locate places to reintroduce and to protect the species.

The area of distribution of the species seems to be determined by the federal highway and the Mexico-Cuernavaca freeway. As to the relative density, it was within the range of 2.74 ± 3.62 deer/km² in San Juan Tlacotenco area and 2.71 ± 2.07 deer/km² in Huexcalapa volcano both considered low in comparison to other studies done in the same type of habitat. During the characterization of the vegetation, we observe that there exists an appropriate condition (food and shelter) for the stability of the species.

Finally, the result of modeling offers all the biological corridor as suitable for the distribution of shrub species, so their conservation is suggested. Moreover, it should work to ensure a proper communication with the surrounding human communities that are in the area to protect the species and to establish a natural resource use in accordance with the present legislation in this Natural Protected Area.

1. Introducción general

Restauración Ecológica

Para solucionar algunos problemas que ha causado el deterioro ambiental es posible utilizar la ciencia emergente denominada “Restauración ecológica”, la cual se define como el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido; en su función (procesos), integridad (composición de especies y estructura comunitaria) y sostenibilidad (resiliencia); mientras produce bienes y servicios ambientales, considerando sus aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, económicos, estéticos y morales (Davis y Slobodkin, 2004; SER, 2004).

La escala de estudio de la restauración ecológica suele darse a nivel de especie, ecosistema o servicios ambientales, cada uno con ventajas y desventajas dependiendo de cada caso en particular (Risser, 1995; Falk *et al.*, 1996; Ehrenfeld, 2000). Tales enfoques de estudio tienen su origen en las distintas disciplinas en que la restauración ecológica se basa como ciencia; según Ehrenfeld (2000) son: la conservación biológica cuyo enfoque principal es a nivel de especie y comunidades en peligro; el manejo de humedales donde se consideran las funciones y servicios ecosistémicos; la revegetación/rehabilitación de tierras extremadamente perturbadas donde se procura a la cobertura vegetal y comunidades “naturales”, y la geografía cuya visión es a nivel de paisaje y manejo ecosistémico.

Bajo este enfoque, la restauración a nivel de especie y sus esfuerzos, (como los programas de restauración y sus estudios previos) deben tener bases en la autoecología, la información actual e histórica de las abundancias de las poblaciones, su distribución espacio-temporal, sus requerimientos básicos, la estructura genética, la biología de la población, el tamaño mínimo viable y los tipos de interacciones específicas (depredación, mutualismo y competencia). De esta manera, el presente estudio pretende ser una contribución al conocimiento del venado cola blanca en el norponiente del

estado de Morelos en cuanto a sus densidades, distribución espacial y sus requerimientos básicos, con el objetivo de establecer posteriormente su programa de restauración en la zona.

Ahora bien, las condiciones históricas y su trayectoria pueden ser el punto de partida ideal para diseñar la restauración, sin embargo, éstas pueden ser difíciles o imposibles de determinar con exactitud en un ecosistema gravemente dañado o cuando no existe información previa de las especies a las que se pretenden restaurar. En estos casos, se requiere información sobre la estructura, composición y funcionamiento anterior a la perturbación o de ecosistemas intactos comparables y de las condiciones ambientales de la región.

Dependiendo del objetivo de la restauración los esfuerzos pueden concentrarse en las siguientes acciones, siempre y cuando las causas originales de la extinción o disminución poblacional hallan sido eliminadas y cuando los requerimientos del hábitat de las especies se consideren satisfechos (lo que requiere un conocimiento detallado de las necesidades de la especie y sus dinámicas ecológicas) (Soorae, 2008):

- a) Recreación del hábitat de la especie objetivo considerando sus propios requerimientos. Poder decidir cuál, dónde y cuánto hábitat debe ser restaurado se encontrará íntimamente ligado a la distribución geográfica de la especie, sus requerimientos ecológicos y a la proximidad de las áreas donde se encuentren otras poblaciones y que puedan actuar como colonizadores potenciales. De esta manera, la gran parte de la restauración tiene que ver con proveer condiciones propicias para la atracción, adaptación y consolidación de la especie objetivo (Soulé y Wilcox 1980; Dobson *et al.*, 1997; Sarkar, 2002; Sarkar y Margules 2002; Copolillo *et al.*, 2004).
- b) La reintroducción, que intenta restaurar poblaciones viables de especies nativas dentro de sus rangos históricos a través de liberación de animales silvestres o criados en cautiverio después que han sido extirpados o extintos en la naturaleza (UICN, 1998; Seddon, 2007). Este

manejo ha sido ya utilizado ampliamente de manera exitosa para varias especies, por ejemplo para restaurar poblaciones de mamíferos grandes (Wapití –*Cervus elaphus*- en Canadá) cuyas poblaciones habían sido disminuidas o se encontraban en peligro (Rosatte *et al.*, 2007).

- c) La traslocación, que se define como el movimiento de organismos de un área a otra, fuera de su rango nativo conocido históricamente pero que presenta características adecuadas para su mantenimiento (Soorae, 2008).
- d) El reforzamiento o suplementación, definido como el movimiento de plantas o animales con la intención de reconstruir el número de los individuos de las especies en su hábitat original. Es muy útil cuando se teme que una población pequeña se vuelva peligrosamente endogámica cuando ya ha caído bajo niveles críticos y la recuperación por crecimiento natural sea muy lenta o cuando son requeridas altas tasas de inmigración para mantener retroalimentación entre pequeñas poblaciones separadas en islas biogeográficas (Soorae, 2008).
- e) En otros casos la restauración solo implica eliminar o modificar el régimen de las perturbaciones causantes de la degradación (por ejemplo la eliminación o control de especies invasoras, supresión de cacería etc.) para permitir que las dinámicas poblacionales y los procesos ecológicos se recuperen por sí mismos.

Corredor Biológico Chichinautzin

En un esfuerzo para lograr la protección, el uso adecuado de los recursos naturales y hasta solucionar problemas limítrofes con estados colindantes, en Morelos se han creado las siguientes áreas naturales protegidas a nivel federal: La reserva de la biosfera “Sierra de Huautla” que cuenta con 59,031 ha de extensión, una porción del parque nacional “Iztaccihuatl-Popocatepetl” con 90,284 ha, el parque nacional “Lagunas de Zempoala” (PNLZ) que posee 4,790 ha, el parque nacional “El Tepozteco” (PNET) que posee 23,259 ha y el área de protección de flora y fauna “Corredor Biológico Chichinautzin” (CBCH) con 37,302 ha, cuyas razones de su creación fueron: a) Su elevada permeabilidad lo que la convierte en una zona de recarga de acuíferos, b) Su vulnerabilidad,

que representa encontrarse en el límite sur del Distrito Federal y ser una zona de amortiguamiento para el valle de Cuernavaca y c) Sus elementos naturales tanto florísticos como faunísticos (CIB-UAEM, 2009; CONANP, 2009).

A pesar de las restricciones con las que cuentan estas áreas protegidas, durante el año 2003 en el estado de Morelos sólo quedaban 28,000 ha de bosque templado y 60,000 ha de selva baja caducifolia debido a que durante las últimas décadas se perdió aproximadamente el 70% de su cubierta Forestal, el 20% que aún conserva cubierta forestal está seriamente deteriorado y tan sólo el 10% restante se considera con poca perturbación humana. Por estas razones, Morelos ocupó el segundo lugar nacional en lo referente a la transformación de su territorio (87% de su área total) en cuanto a sus ecosistemas originales y una de las tasas de deforestación más altas del país (Gobierno del estado de Morelos, 2003).

Algunas de las razones de tal pérdida de cobertura, la fragmentación de los hábitats y su consiguiente afectación a la biodiversidad estatal son: el amplio crecimiento urbano, la falta de regulación en la ampliación de la frontera agrícola, el cambio de uso de suelo, el sobrepastoreo, la cacería furtiva, los incendios forestales, la venta ilegal de tierra de monte y la mala planeación en el manejo de los recursos naturales. Sin embargo, aún existen zonas con características adecuadas para la conservación y el aprovechamiento ordenado y sustentable de la fauna silvestre, que puede servir de punta de lanza para aportar apoyos económicos para los dueños y poseedores de las tierras donde se encuentra ubicado el CBCH repercutiendo en la conservación de los recursos naturales.

Venado cola blanca

Debido a su amplia distribución y su interacción con variadas culturas en gran parte de la República Mexicana, el venado cola blanca es considerado una especie carismática e importante histórica y culturalmente. En la actualidad, es una especie codiciada y demandada por la cacería deportiva; actividad económica que debidamente administrada y organizada constituye un importante generador de empleos rurales y recursos económicos para el

campo, lo que se puede traducir (con sus debidas consideraciones), en un pilar fundamental para el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y apoyar la conservación de los ecosistemas naturales en donde ésta se lleve a cabo (Villarreal, 2006).

La importancia económica de la especie ha propiciado su dominancia en los estudios sobre ungulados en México con el 75% de las publicaciones de artículos científicos sobre venados en México (Mandujano, 2004), realizándose evaluaciones de su hábitat (Mandujano, 1994; Amezcua, 2009), estimaciones de su densidad poblacional en diferentes localidades (García-Sierra, 1985; Villarreal-Espino, 1998; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005) y abordado aspectos de su ciclo reproductivo (Villa, 1954).

Se ha concluido que los requerimientos básicos de la especie son: alimento, agua, cobertura vegetal -que permita el escape, protección para el movimiento, contra fenómenos meteorológicos, la pernoctación, descanso, provisión de zonas adecuadas para el apareamiento, nacimiento y crianza- y espacio vital (Dasman, 1971 en Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999; González, 1999; Villarreal, 1999). No obstante el amplio conocimiento que se tiene de la especie, es necesario conocer y estudiar de forma puntual las distintas variables asociadas con ella en áreas bien delimitadas, con el objetivo de establecer la planeación estratégica local de restauración de sus poblaciones y de su hábitat, mejorando sus condiciones, promoviendo un incremento poblacional y estableciendo directivas de manejo acordes con la información obtenida previamente.

Bibliografía

Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, S., Galina-Tessaro, P. y Domínguez-Cadena, R. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12: 67-78.

Amezcuca, T. 2009. Evaluación del potencial nutricional de un ecosistema de pino y encino para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el norponiente del estado de Morelos, y el sur del Distrito Federal. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. 99 Pp.

Argüelles, L. 2008. UMA's extensivas de venado cola blanca como instrumento económico de restauración ecológica en el noreste de Morelos. Tesis de maestría. UNAM.

CIB-UAEM. 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2009.

CONABIO. 2004. La diversidad biológica de México. Estudio de país. México: Conabio. pp. 62.

CONANP. 2009. http://www.conanp.gob.mx/programa_manejo.html. Revisado el 20 de febrero de 2009.

Coppolillo, P., Gómez, H., Maisels, F. y Wallace, R. 2004. Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation* 115: 419-430.

Dasman, W. 1971. If deer are to survive. Harrisburg, Pennsylvania. Stackpole Books. 128 pp.

Davis, M. y Slobodkin, L. 2004. The Science and Values of Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 12(1): 1-3.

Dobson, A., Bradshaw, A. y Baker, A. 1997. Hopes of the future: restoration ecology and Conservation Biology. *Science* 277:515-522.

Eherenfeld, J. 2000. Defining the limits of restoration: The need for realistic goals. *Restoration ecology* 8(1):1-2

Falk, D., Millar, C. y Olwell, P. 1996. Restoring diversity- strategies for the reintroduction of endangered plants. Island Press, Washington, D. C.

García-Sierra, L. 1985. Estudio ecológico del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la selva baja caducifolia del estado de Morelos. Tesis Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México.

Gayton, D. 2001. Ground Work: Basic Concepts of Ecological Restoration in British Columbia. FORREX Series No. 3.

Gobierno del estado de Morelos. 2003. Punto de acuerdo mediante el cual el H. congreso del estado exhorta para que se lleven a cabo las acciones necesarias a efecto de evitar la tala clandestina y la deforestación de las áreas forestales del país. 4334 Periódico Oficial "Tierra y Libertad, publicado el 01/06/2003.

González, F. 1999. Métodos para el análisis y evaluación del hábitat de la fauna silvestre. D. F. México. Pp 41-48. En: Sánchez O. y Vázquez E. (Eds.). Diplomado en manejo de vida silvestre. México D.F.

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

Mandujano, S. 1994. Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. Pp. 283-297, En: Vaughan, Ch. y Rodríguez, M. (Eds.), *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. EUNA, Universidad Nacional, Costa Rica.

------. 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* 20(1): 211-251

Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones, M., González, M. 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 del norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(3): 65-78.

Risser, P. 1995. Biodiversity and ecosystem function. *Conservation Biology* 9:742-746.

Rosatte, R., Hamr, J., Young, J., Filion, I. y Smith, H. 2007. The Restoration of Elk (*Cervus elaphus*) in Ontario, Canada: 1998-2005. *Restoration Ecology* Vol. 15, 1: 34-43.

Sarkar, S. 2002. Defining Biodiversity, Assessing Biodiversity. *The Monist* 85(1):131-155.

Sarkar, S. y Margules, C. 2002. "Operationalizing Biodiversity for Conservation Planning". *Journal of Biosciences* 27: 299-308.

Seddon, P., Armstrong, D. y Maloney, R. 2007. Developing the science of reintroduction biology. *Conservation Biology* 21 (2): 303-312.

SER. 2004. Principios de SER internacional sobre la restauración ecológica. En línea. <http://www.ser.org>. Revisada el 13 de febrero del 2009.

Soorae, P. 2008. GLOBAL REINTRODUCTION PERSPECTIVES: Re-introduction case-studies from around the globe. UICN/SSC Re-introduction Specialist Group, Abu Dhabi, UAE. Viii. 284 pp.

Soulé, M, Wilcox, B. 1980. Conservation biology: Its scope and its challenge. Pp 1-8. En: Soulé, M y Wilcox, B. (Eds.). *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*. Sunderland (MA): Sinauer.

UICN. 1998. Guías para Reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo Especialista en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU.

Villa, B. 1954. Nota acerca de la duración del período de gestación de una venada cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) de Tepecuacuilco, Gro. Anales Instituto de Biología 24:459- 460.

Villarreal-Espino, O. 1998. De Puente de Dios a Casa de Piedra: clasificación tradicional de las astas del venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en la región de la Mixteca poblana. VI Simposio sobre Venados en México. UNAM, Xalapa, Ver.

Villarreal, J. 1999. Practicas para el mejoramiento del hábitat del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y otras especies de la fauna silvestre en ecosistemas de matorrales xerófilos del noreste de México. Pp 73-84. En: Sánchez O. y Vázquez E. (Eds.). Diplomado en manejo de vida silvestre. México D.F.

----- . 2006. Guía de campo para el cazador responsable: Venado cola blanca. CEFFSNL, Agencia al medio ambiente y recursos naturales de Nuevo León y Dirección de parques y vida silvestre de Nuevo León. 56 pp.

2. Área de estudio

2.1 Ubicación

Nuestra área de estudio se encuentra ubicada en el centro del CBCH (1250-3450 msnm) dentro de la provincia X “Eje volcánico”, en la sub-provincia “Lagos y volcanes del Anáhuac” (INEGI 2007 a) y comprende los municipios de Huitzilac y Tepoztlán en el estado de Morelos y en menor proporción, la parte sur de las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta dentro del Distrito Federal con un área aproximada de 6,692.93 km² (Figura 1).

El rango de elevación presente en la zona va desde los 1,800 a 3,770 msnm, encontrando su punto más elevado en el volcán “Pelado”, el volcán Chichinautzin, la mesa de la Gloria y la sierra de Zempoala. Bajo estas elevaciones principales el área presenta una disminución gradual de elevación cuya orientación de las laderas se distribuye principalmente al Sur (80%) al Norte y noreste (10%) y al Este (10%). En lo que respecta a las pendientes, estas son ligeras y se distribuyen en el centro y a lo largo del área donde dominan las pendientes menores a 16°.

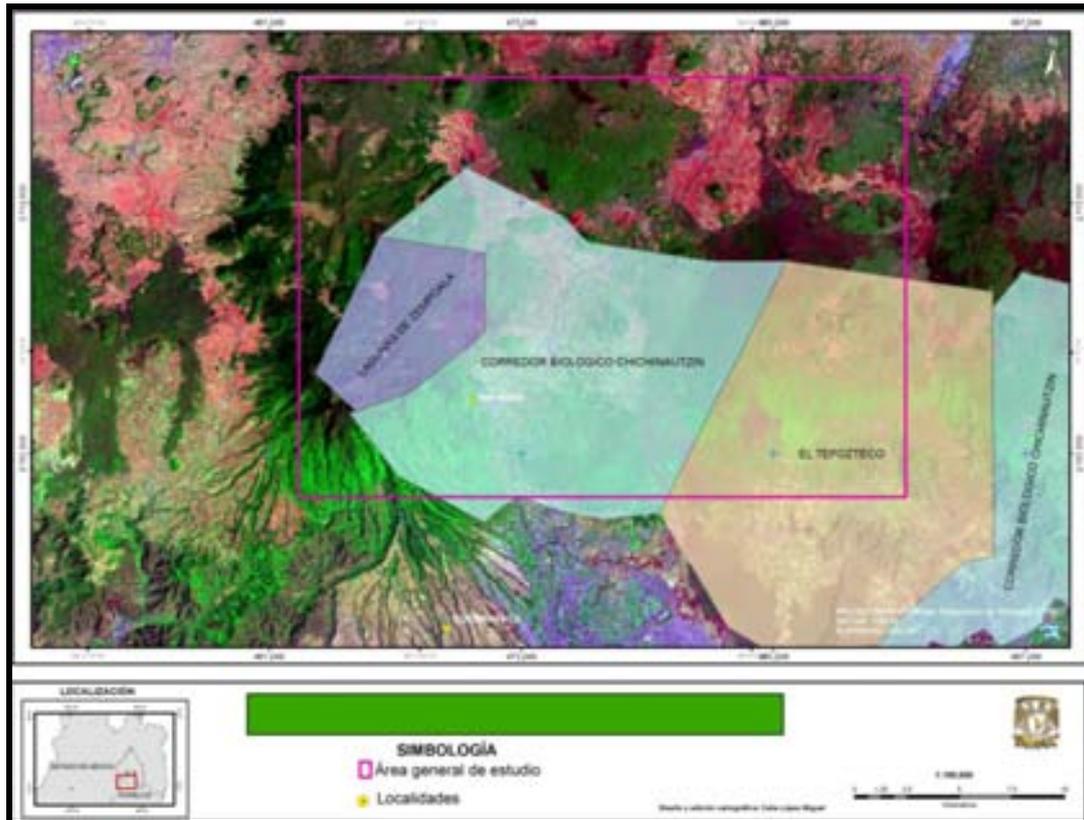


Figura 1. Área de estudio general con respecto al Corredor Biológico Chichinautzin. Coordenadas NE: X= 462684, Y= 2119522, NO: X= 491542, Y= 2119522, SE: X= 462684, Y= 2099441 y SO: X= 491542, Y= 2099441.

2.2 Geología y Geomorfología

El Eje Neovolcánico Transversal se extiende de Este a Oeste desde el Golfo de México al Pacífico a lo largo de aproximadamente 1,000 km, su origen se relaciona con la subducción de la placa de Cocos bajo la placa de Norte América por lo que no es extraño que en esta área se encuentren aproximadamente 220 conos volcánicos asociados con escurrimientos de lava y depósitos aluviales que cubren un área de aproximadamente 2,500 km² (Bloomfield, 1975; Martin, 1982; Lugo-Hubp, 1984).

En cuanto a su formación, una sucesión de lavas, brechas y ceniza volcánica han sepultado rastros de formaciones preexistentes (estimándose un espesor máximo de 1,800 m) en el sitio marcado por el volcán Chichinautzin, decreciendo paulatinamente hacia el sur hasta desaparecer en la confluencia de los ríos Chinameca y Amacuzac (Pohle, en prensa). Es por esto que una de

las características principales es el enorme volumen de rocas volcánicas de diversas composiciones, acumuladas desde mediados del Periodo Terciario (hace 38 millones de años) hasta nuestros días, siendo andesitas, basaltos y dacitas (Siebe *et al.*, 2005). Finalmente, los rasgos geomorfológicos más importantes del área son: la multitud de conos cineríticos, los campos de lava en bloque (tipo aa), los depósitos pirocláticos (ceniza volcánica, lapilli), el domo de Huitzilac de composición basáltica principalmente, el drenaje poco desarrollado o ausente y la topografía moderadamente accidentada (Pohle, en prensa).

En la composición geológica del área predominan los materiales ígneos extrusivos y cenozoicos, de entre los que destacan los derrames lávicos de basaltos, andesitas, dacitas y superficies de piroclastos o tefras formadas por tobas y brechas. También existen pequeñas extensiones cubiertas por rocas sedimentarias marinas mesozoicas como las calizas, anhidritas, limonitas areniscas y lutitas. Además se pueden incluir depósitos continentales y aluviones en los pequeños valles y depresiones (CONABIO, 1995 y CIB-UAEM, 2009).

2.3 Clima

Se reconocen tres tipos de clima para el área de estudio, según García (1998) y CIB-UAEM (2009) son:

- Cb'(w2): Semifrío subhúmedo con verano fresco largo, con temperatura media anual entre 5° y 12° C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3° y 18° C, la temperatura del mes más caliente es bajo 22° C, la precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm con lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2% del total anual.
- C (w2): Templado subhúmedo, con temperatura media anual entre 12° y 18° C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3° y 18° C y la temperatura del mes más caliente bajo 22° C. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm, las lluvias de verano con índice P/T son

mayores de 55 mm y porcentaje de lluvia invernal va de 5 a 10.2% del total anual.

- (A)C(w2): Semicálido subhúmedo del grupo C, su temperatura media anual es mayor de 18° C, la temperatura del mes más frío es menor de 18° C y la del mes más caliente mayor de 22° C. La precipitación del mes más seco es menor a 40 mm con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 mm y porcentaje de lluvia invernal de 5% a 10.2% del total anual.

2.4 Edafología

Edafológicamente el CBCH presenta unidades edáficas compuestas por andosol, litosol, regosol, feozem, luvisol, vertisol, acrisol y rendzina. Siendo el andosol el suelo más ampliamente distribuido en el Corredor ya que se forman a partir de materiales ricos en vidrio volcánico. El segundo lugar en cobertura, lo ocupan los litosoles presentándose en zonas montañosas con pendientes abruptas y en superficies planas, sosteniendo vegetación de pinos y madroños (CONABIO, 2004; CIB-UAEM, 2009). Encontrándose para nuestra área general andosol húmico y litosol. (INEGI, 2007 b) sustentando agricultura, Bosques caducifolios y subcaducifolios, Bosque de coníferas (Pino y Oyamel), Coníferas-Latifoliadas (Pino-Encino), Latifoliadas (Bosque de Encino), Matorral xerófilo y Bosque Mesófilo de Montaña. En cuanto al uso potencial agrícola INEGI (2007 c) propone la mecanizada continua, zona de extracción animal continua y no aptas para la agricultura. En lo referente al uso potencial pecuario, INEGI (2007 d) se propone las siguientes actividades: desarrollo de praderas cultivadas, para el aprovechamiento de la vegetación, y para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino.

2.5 Hidrología

Los rasgos hidrológicos más sobresalientes del corredor se refieren a su importancia dentro del balance hídrico regional. Su amplia extensión, los 1300 mm de precipitación producto de la geomorfología y altitud, así como su elevado índice de infiltración (70-80%), le confieren al CBCH gran importancia

en la recarga de acuíferos de la región. Siendo además la cabecera de los ríos Yautepec y Apatlaco (CONABIO, 2004; CIB-UAEM, 2009).

2.6 Vegetación

De manera general el 69.2% del CBCH presenta una cobertura forestal relativamente conservada, este porcentaje se desglosa en: bosques de coníferas con 25.4% (16286.7 ha), los bosques de latifoliadas y la selva baja caducifolia ocupan el 32.7% (20971.2 ha), y los bosques mixtos caracterizados por diversas especies de pino, encino y otras latifoliadas se mantiene en el 11.16% de superficie lo que equivale a 7159.1 ha. (PROFEPA, 2009).

En cuanto a la riqueza florística, los totales de especies varían dependiendo de los autores. Por ejemplo, Bonilla-Barbosa y Viana (1997) y Silva *et al.* (1999) mencionan la existencia de 860 especies de plantas, en donde las familias mejor representadas son Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae y Fabaceae. Por su parte CIB-UAEM (2009), menciona que en el Chichinautzin existen 785 especies y destacan las familias Orchidaceae, Asteraceae, Poaceae y Laminaceae. De estos totales, se calcula que la flora de importancia son 128 especies de las cuales 66 se encuentran en alguna categoría de riesgo y 30 especies son endémicas para México (Parkswatch, 2002 y CONABIO, 2004), algunas de estas son: *Angelica nelsoni* -en peligro de extinción-, *Furcraea bedinghausii* -vulnerable y endémica- y *Bursera cuneata* – vulnerable-.

Los tipos de vegetación presentes dentro del CBCH son los siguientes (Bonilla-Barbosa y Viana, 1997; Silva *et al.*, 1999; Guzmán *et al.*, 2008), Figura 2:

1. Bosque de Oyamel cuya especie dominante es *Abies religiosa*, ocupa el 4.01% del estado. Se encuentra distribuido en el clima templado húmedo entre los 2,500 y los 3,200 msnm. Encontrándose en las partes más bajas co-dominando con especies de pino, encino y otras latifoliadas.

2. Bosque de pino dominados por *Pinus montezumae*, *P. leiophylla*, *P. teocote* y *P. pseudostrobus* distribuyéndose en una superficie de 21.38% del estado.
3. Bosques de encino que ocupan una superficie del 16.33% del estado y se encuentra dominado por *Quercus centralis*, *Q. crassipes*, *Q. lanceolata*, *Q. obtusa*, *Q. robusta*, *Q. rugosa* y *Q. laurina*. Además, establece asociaciones de pino-encino y encino-matorral dentro de un gradiente altitudinal entre los 2,500 y los 2,800 msnm.
4. Bosques mixtos que se distribuyen en una superficie de 11.16% del total estatal.
5. Bosque tropical caducifolio con 14.43% de superficie.
6. Bosques de encino-bosque tropical caducifolio con 1.93% de cobertura, sobre todo en las partes bajas del CBCH y donde se ubican asociaciones transicionales donde destacan las especies *Ipomoea arborea*, *Prosopis* sp., *Jacaratia mexicana* y *Bursera morelensis*.
7. Matorral rosetófilo crassicaule que se establece sobre terrenos de malpaís generados por los derrames del volcán Chichinautzin con una extensión del .43% y donde se distinguen especies como *Agave horrida*, *Hechtia podantha* y *Yucca* sp.
8. Agricultura y pastizales de tipo subalpino, característicos de zonas deforestadas de climas fríos y secos (López-Paniagua, 1990) ocupan un 26.58% del estado y se encuentran dominados por gramíneas cuyas especies principales son *Festuca tolucensis*, *Calamagrotis tolucensis* y *Muhlenbergia macroura*.
9. Infraestructura 1.99% y afloramientos rocosos 1.75%.

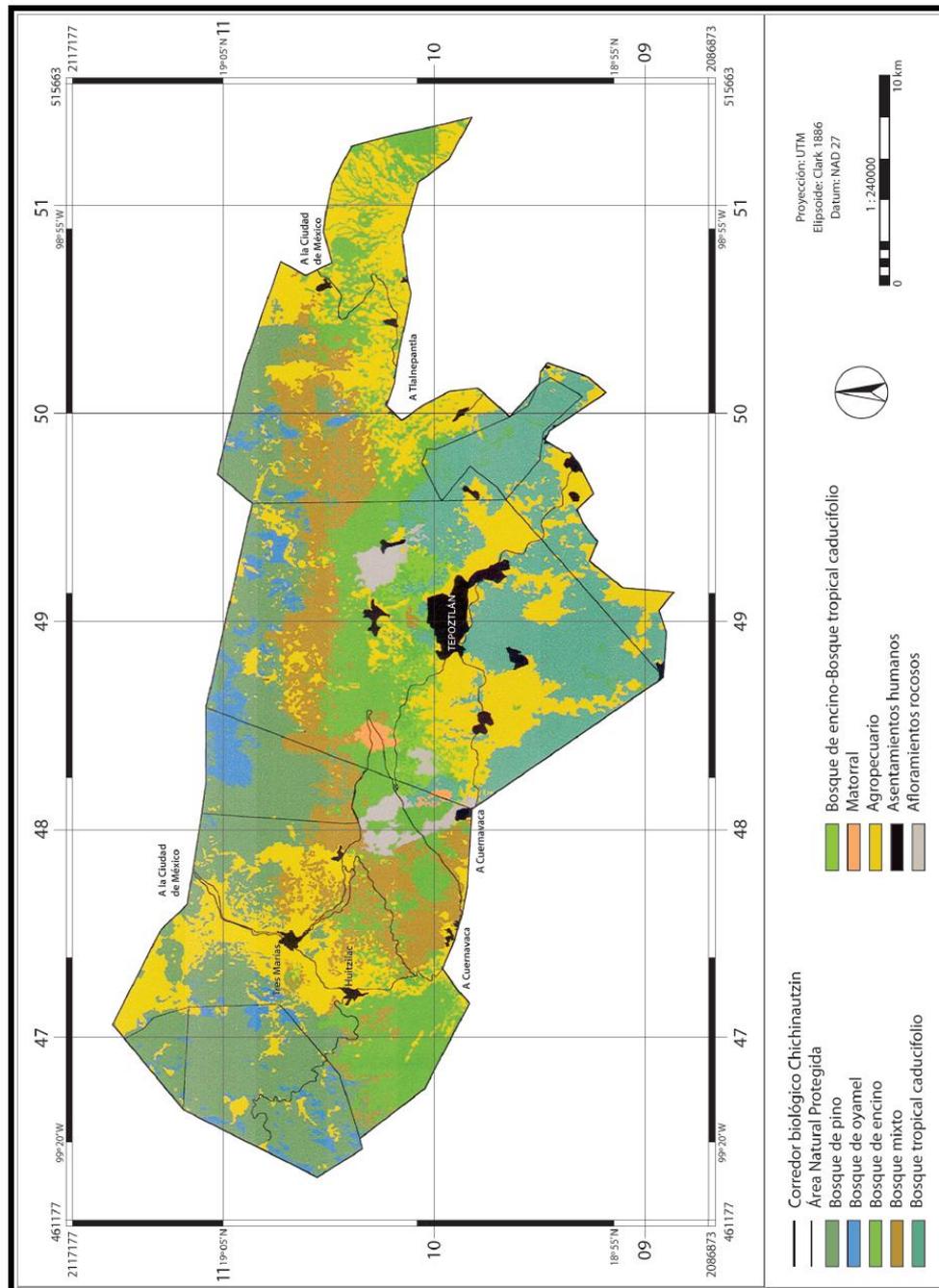


Figura 2. El Corredor Biológico Chichinautzin y la distribución de sus tipos de vegetación. Tomado de Guzmán *et al.*, 2008.

2.7 Fauna

En cuanto a los mamíferos, el área presenta el 13.11% del total de las especies terrestres reportadas para México (Cervantes *et al.*, 1994; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996), siendo los grupos mejor representados los ratones y los murciélagos. Para el grupo de las aves, en el CBCH se han registrado 237

especies de las cuales 36 son endémicas para México, una se encuentra en peligro de extinción, 14 se encuentran amenazadas, cuatro están clasificadas como protegidas y tres como raras. Los anfibios de la zona están representados por diez especies pertenecientes a cinco familias y dos órdenes constituyendo el 3.5% de las especies de México y el 37.03% de Morelos. Y el grupo de los reptiles se encuentra representado por 43 especies pertenecientes a 7 familias (ANEXO 1).

En cuanto a las especies de importancia, en el CBCH se distribuyen 74 especies listadas en la NOM-ECOL-059-1994, de las cuales 7 están en peligro de extinción, 33 amenazadas, 10 bajo protección especial y 24 consideradas como raras. Dividiéndose por grupo en 25 aves, 21 reptiles, 9 plantas, 8 anfibios, 7 hongos y mamíferos con 4 especies (CONABIO, 2004; Parkswatch, 2002; CIB-UAEM, 2009), además, en el CBCH se encuentran 14 especies endémicas que representa el 10 % del total para México.

Bibliografía

Bloomfield, K. 1975. A Late-Quaternary monogenetic volcano field in central Mexico. Geol. Rundsch. 64:476–497.

Bonilla-Barbosa, J. y Viana, L. 1997. Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, UNAM 31 pp.

Cervantes, F., Castro-Campillo, A. y Ramírez-Pulido, J. 1994. Mamíferos terrestres nativos de México. Anales del instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología 65(1):177-190.

CIB-UAEM. 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2009.

CONABIO. 2004. La diversidad biológica de México. Estudio de país. México: Conabio pp. 62.

García, E. 1998. "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García". Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).. Escala 1:1000000. México.

Guzmán, A., López-García, J. y Manzo, L. 2008. Análisis espectral y visual de vegetación y uso de suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 67:59-75.

INEGI. 2007 (a) Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Fisiográfica, 1:1 000 000, serie I.

----- (b) Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Edafológica, 1:250 000, serie I. En: Anuario estadístico del estado de Morelos 2007.

----- (c) Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Uso Potencial, Agricultura, 1:1 000 000, serie I. En: Anuario estadístico del estado de Morelos 2007.

----- (d) Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta de Uso Potencial, Ganadería, 1:1 000 000, serie I. En Anuario estadístico del estado de Morelos 2007.

López-Paniagua, J., J. Arévalo, J. M. Chávez, y F. J. Romero 1990. La diversidad biótica del corredor biológico Chichinautzin. II Simposio Internacional sobre áreas naturales protegidas en México. 22-26 octubre 1990. Memorias.

Lugo-Hubp, J. 1984. Geomorfología del Sur de la Cuenca de México, Instituto de Geografía, UNAM, México, Serie Varia, 1 (8): 1–95.

Martin, A. 1982. Monogenetic volcanism in Sierra Chichinautzin, México. Bulletin of Volcanology 45: 9– 24.

Parkswatch. 2002. México: Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/chbc_spa.pdf. Revisado el 29 de Julio del 2008.

PROFEPA. 2009. <http://www.profepa.gob.mx/>. Revisado en internet el día 28 de marzo del 2009.

Ramírez-Pulido, J., Castro-Campillo, A., Arroyo-Cabrales, J. y Cervantes, F. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. A taxonomic list of the terrestrial mammals of Mexico. Occasional Papers of the Museum, Texas Tech University, 158: 1-62.

Reyna-Hurtado, R. y Tanner, G. 2005. Habitat preferences of Ungulates in hunted and non hunted areas in the Calakmul forest, Campeche, México. *Biotropica* 37(4):676-685.

Silva, L., Romero, F., Velázquez, A. y Almeida-Leñero, L. 1999. La vegetación de la región de la montaña sur de la Cuenca de México. Pp 65-92. En: Velázquez, A. y Romero, F. (Eds.). Biodiversidad de la Región de montaña del sur de la cuenca de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Secretaria de Medio Ambiente Ciudad de México. 352 pp.

Siebe, C., Arana-Salinas, L. y Abrams, M. 2005. Geology and radiocarbon ages of Tláloc, Tlacotenco, Cuauhtzin, Hijo de Cuauhtzin, Teuhtli and Ocusacayo monogenetic volcanoes in the central part of the Sierra Chichinautzin, México. *Journal of Volcanology and geothermal research* 141: 225-243.

3. Hipótesis

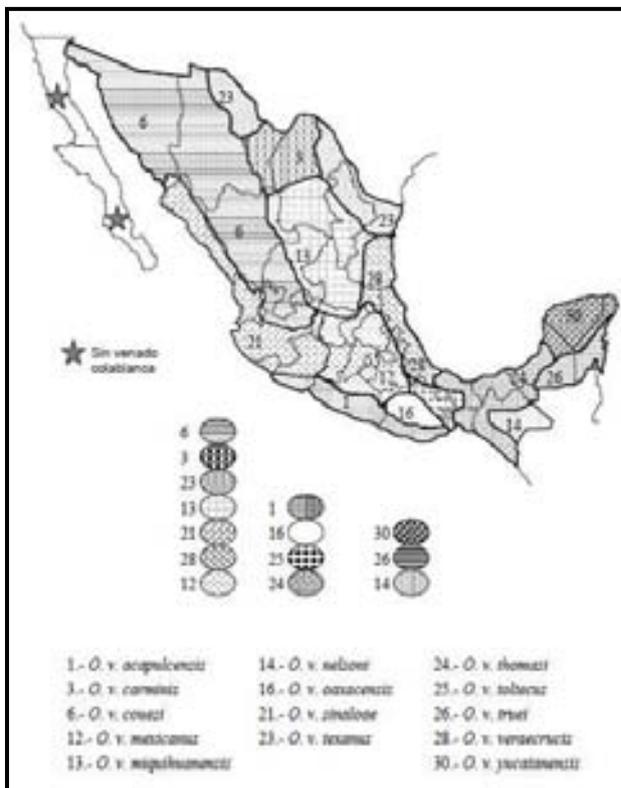
La densidad local de las poblaciones de venado cola blanca estará determinada por la composición florística, la estructura del sotobosque y por las actividades antrópicas. Dado que la especie prefiere hábitats medianamente perturbados (ya que en ellos la abundancia de sotobosque y protección es mayor) las mayores densidades de venado se encontrarán en bosques sujetos a un régimen de perturbación moderado. Por otro lado, la actividad predatoria antrópica tiene un impacto negativo directo sobre el tamaño de la población del venado cola blanca. Consecuentemente, se espera que bajo estas condiciones, en áreas con mayor actividad: 1) La distribución del venado cola blanca será más restringida y (2) La población del venado cola blanca será menor a la esperada dada la composición florística y estructura del sotobosque presente.

4. Capítulo I

DISRIBUCIÓN, USO Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL VENADO COLA BLANCA EN EL NORPONIENTE DEL ESTADO DE MORELOS

4.1 Introducción

La especie *Odocoileus virginianus* se encuentra ampliamente distribuida en toda la república mexicana con excepción de la península de Baja California (Hall, 1981; Redford y Eisenberg, 1993; Aranda, 2000), lo que significa que se encuentra distribuido en un 92.7% del territorio nacional (Villarreal, 2000). En general el venado cola blanca se encuentra prácticamente en todos los hábitats, sin embargo, no es común en las partes más secas y abiertas del matorral xerófilo ni en las partes densas y húmedas del bosque tropical perennifolio (Nowak, 1991; Aranda, 2000).



La subespecie *O. v. mexicanus* tiene una distribución acotada al centro del país (Fig. 3) sobre áreas montañosas del centro de México, en los estados de: Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos, este de Michoacán, Guerrero y norte de Oaxaca (SEMARNAT, 2007); dentro de una superficie de 174,404 km² (10% del territorio nacional), por lo que ocupa el tercer lugar en superficie de distribución de las subespecies (Villarreal, 2000).

Figura 3. Distribución de las sub-especies de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* dentro de la república mexicana.

En el caso de los bosques templados de Morelos, la distribución del venado cola blanca no ha sido estudiada formalmente, sin embargo CIB-UAEM (2009) ha registrado su presencia con huellas y excretas en parajes de las lagunas de Atexcapan, Acoyotongo, Zempoala y la localidad de Fierro del Toro, dentro del municipio de Huitzilac al norte del estado de Morelos.

De manera general, la selección del sitio que realiza una especie y que determina su distribución a varias escalas es a menudo vista como una serie de decisiones que los organismos toman en un área en particular (Kotliar y Wiens, 1990). Por ejemplo, los ungulados en general seleccionan aquellas comunidades vegetales que les provean recursos para satisfacer su manutención, reproducción y que a su vez disminuyan el riesgo a condiciones climáticas severas y a la depredación (Sih, 1993 en Mandujano *et al.*, 2004).

Debido a sus adaptaciones fisiológicas (como el tamaño del rumen), el venado cola blanca se considera como una especie ramoneadora que consume hojas, ramas jóvenes, plántulas, flores y frutos, principalmente de especies arbustivas y arbóreas. Además, prefiere usar determinadas comunidades vegetales y estados sucesionales (Vangilder *et al.*, 1982, Leslie *et al.*, 1984; Ford, 1994) o inclusive bosques con alto grado de perturbación en el Eje Neovolcánico, zonas ganaderas y agrícolas y en los alrededores de poblados de tamaño regular (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Por otro lado, debido a que los requerimientos nutricionales para manutención, crecimiento y reproducción van cambiando dependiendo de la edad, sexo, estado reproductivo y época del año, el venado modifica a lo largo del ciclo anual sus ritmos de actividad, desplazamientos y ámbito hogareño (Marchinton y Hirth, 1984; Mandujano y Gallina 1995; Hanley, 1997).

La teoría jerárquica predice que el uso de hábitat se encuentra influenciado por interacciones de factores a múltiples escalas desde el micrositio hasta el paisaje y que el nivel más alto impone restricciones a los niveles más bajos (Morrison, 2001). Johnson (1980) propone cuatro niveles de selección jerárquica, los cuales resultan un marco muy útil para la planeación

de la restauración del hábitat para la vida silvestre: 1) Rango geográfico de las especies; 2) Ámbito hogareño de cada individuo o grupo social, 3) Elementos particulares del hábitat dentro de su ámbito hogareño (forrajeo, sitios de descanso, etc.) y 4) Alimentos actuales que el animal escoge de los disponibles.

Estos cuatro niveles pueden ser vistos de la siguiente manera: Efectos regionales, en donde los patrones de larga escala (como climas, suelos, geología entre otros) se relacionan con la distribución y la abundancia de las especies. Efectos de paisaje, aquí se considera el efecto del tamaño, forma y yuxtaposición de los parches de hábitat sobre la distribución y abundancia de la especie objetivo. Efectos de macro y microhábitat, donde se contempla la estructura y composición de la vegetación, propiedades topográficas (pendiente y orientación) y los elementos característicos del hábitat (tocones, piedras, rocas, etc.).

En este sentido, el objetivo de este capítulo es conocer la distribución actual y determinar el uso y la preferencia¹ de hábitat de la subespecie *Odocoileus virginianus mexicanus* en los bosques templados del norponiente del estado de Morelos, pertenecientes al centro del “Corredor Biológico Chichinautzin”, parte del Parque Nacional “El Tepozteco” y una porción del Parque Nacional “Lagunas de Zempoala”.

Con la información obtenida previamente, es posible elaborar la selección, planeación y protección de áreas específicas que esté prefiriendo la especie y sea parte de su ámbito hogareño (Manly *et al.*, 1993 en Medina-Torres *et al.*, 2007) siempre teniendo en cuenta las condiciones espaciales, las características de hábitat, aspectos físicos, ambientales, de comportamiento, fisiológicos y reproductivos de las especies objetivo (Morrison, 2001).

¹ Constituye la verosimilitud con la cual un recurso es seleccionado si éste permanece disponible de manera equitativa junto con otros. La disponibilidad de dicho recurso, se refiere a la cantidad de éste accesible al mismo individuo o población en un período de tiempo dado y su abundancia es la cantidad total del mismo presente en el ambiente (Manly *et al.*, 1993).

4.2 Método

Debido al hecho de tener pocos registros de la especie y la necesidad de obtener un panorama general de la distribución de la especie dentro de nuestra área de estudio, se realizaron salidas de reconocimiento en los bosques templados del nor-poniente del estado de Morelos (abarcando los municipios de Huitzilac, Cuernavaca y Tepoztlán) y del sur del Distrito Federal (delegación Milpa Alta). Se recorrieron a pie y en auto sobre terracería transectos regionales de longitud variable (6.28 km x. Figura 4 y Cuadro 1) distribuidos en el norponiente del estado en sobre los municipios de Cuernavaca, Huitzilac, Tepoztlán, Delegación Milpa Alta y Ocuilán de Arteaga en el Estado de México. Recorriéndose bosques de oyamel (con Ayarin y Cedro), bosques de pino (con vegetación secundaria), bosques de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, pastizales (con pastizal inducido), agricultura de temporal, selva baja caducifolia y matorral xerófilo crasicaule.

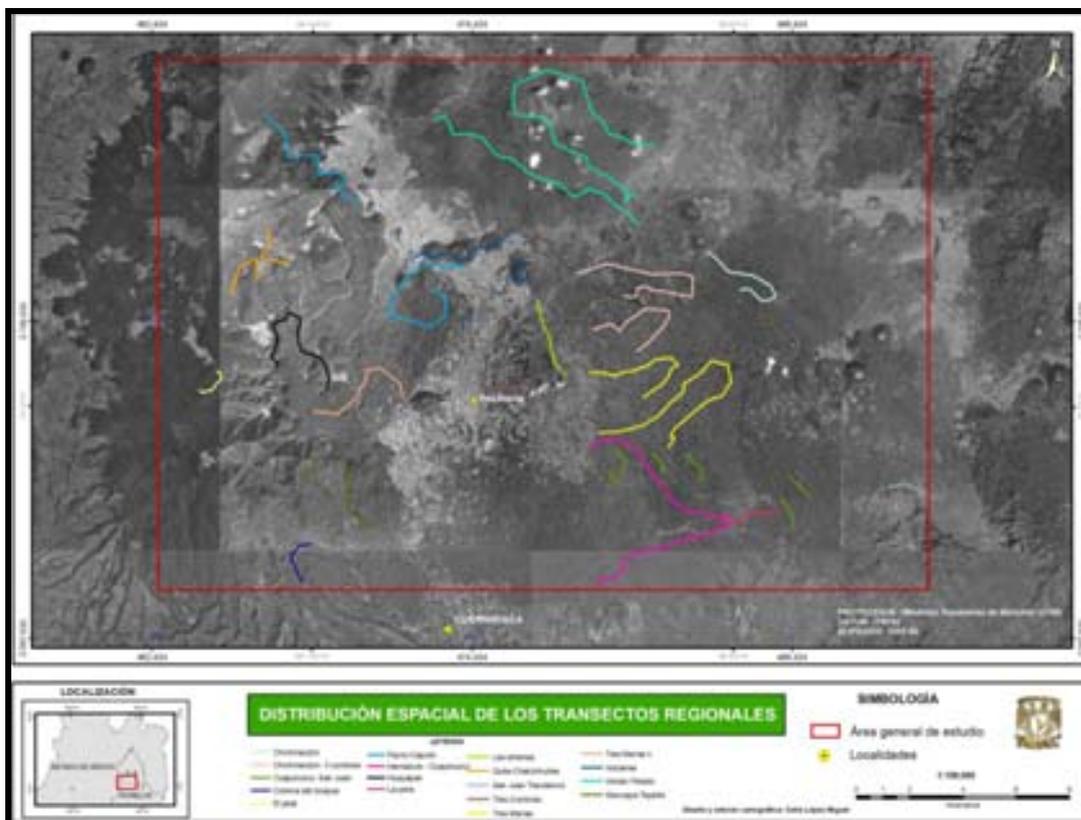


Figura 4. Ubicación espacial de los transectos regionales para observar la distribución del venado cola blanca en el nor-poniente del estado de Morelos.

Las áreas exploradas fueron elegidas basándose en el análisis de las ortofotos E14a48c, E14a48f, E14a49a, E14a49b, E14a49c, E14a49d, E14a49a, E14a49e, E14a49f, E14a58c, E14a59a y E14a59b y Palacio *et al.* (2000) mediante el sistema de información geográfica Arc View 3.2. Tomando en cuenta: accesibilidad, cobertura vegetal, cercanía a poblados y aparente estado de conservación. Por medio de reconocimiento experto se identifico y registro cualquier rastro (huellas, excretas, echaderos, rascaderos, pelo, etc.) que pudieran indicar la presencia del venado cola blanca, hábitats potenciales y condiciones físicas durante los recorridos.

Cuadro 1. Transectos regionales del norponiente del estado de Morelos con su longitud y las asociaciones vegetales que atraviesa.

Transecto	Longitud Km	Tipo de vegetación (Palacio <i>et al.</i>, 2000)
Fierro - El capulín	6.5	Bosques de oyamel, pino, y pino con vegetación secundaria.
Colonia del Bosque	2	Bosque mesófilo de montaña.
El Jaral	1.39	Bosques de oyamel (ayarin y cedro).
Cajete y Cardos	6.15	Bosques de pino y pastizal.
Quila-Chalchihuites	4.97	Bosques de oyamel, pino y pino con vegetación secundaria.
Hueyapan	6.26	Bosques de oyamel, pino y pastizal inducido.
Volcán Pelado	23.97	Bosque de pino y agricultura de temporal.
Las Antenas	3.11	Bosque de pino-encino y agricultura de temporal.
Chichinautzin	4.75	Bosque de oyamel (ayarin y Cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea.
Chichinautzin - Tres cumbres	13.51	Bosques de oyamel (ayarin y cedro), pino (con vegetación secundaria arbustiva y herbácea) y de pino-encino.
Tres cumbres	2.04	Agricultura de temporal y bosque de pino-encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea.
Herradura – Coajomulco	12.62	Selva baja caducifolia, bosque de encino, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, de pino-encino y pino.
San Juan Tlacotenco	1.86	Bosques de pino-encino, encino y agricultura de temporal.
La pera	2.35	Bosque mesófilo de montaña y matorral Xerófilo.
Atexcapa – Tepeite	3.38	Bosque mesófilo de montaña.
3 Marías 1	15.88	Bosque de pino.
3 Marías 2	5.02	Bosque de pino, pino-encino y pino con vegetación secundaria.

Se consideró el área de mayor posibilidad de distribución en donde se observa una mayor cobertura arbórea y que tiene como límite la carretera

federal México-Cuernavaca el poniente y zonas de cultivo en el occidente. Se asume que tanto la carretera como las áreas de cultivo son límites en donde es muy poco probable que el venado cola blanca pueda superar aunque dentro de las áreas de cultivo se pudiera estar alimentando ocasionalmente.

En el establecimiento de los tipos de vegetación utilizados por la especie se tomaron en cuenta los tres tipos de vegetación en donde se colocaron los “transectos de propósitos múltiples”, considerando solamente grupos fecales como registros de la especie. Estos tipos de vegetación son bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña.

Para determinar la disponibilidad de cada tipo de hábitat, se calcularon las superficies con el programa Arc view 3.2 a partir de Palacio *et al.* (2000). Y para establecer si alguno de estos tipos de vegetación es seleccionado por el venado cola blanca, se utilizó un análisis de uso-disponibilidad semejante al utilizado por Byers y Steinhorst (1984), el cual requiere de la comparación entre las proporciones del hábitat disponible (que correspondió a la superficie total por tipo de vegetación y la proporción en que cada uno de los componentes se encontraba en el área de estudio) y del hábitat utilizado (que corresponde a la abundancia de los rastros observados en cada tipo de vegetación).

Con la proporción de cada uno de los tipos de hábitat evaluado y el uso de los mismos por el venado mediante (grupos de excretas), se realizó una prueba de Chi-cuadrada (X^2) para determinar si existe diferencia significativa entre la utilización esperada de los tipos de vegetación (basada en su disponibilidad) y la frecuencia observada en su uso. Como el uso de los tipos de hábitat fue significativamente diferente a su disponibilidad, se usaron los intervalos de Bonferroni con un intervalo de confianza del 95% para conocer que tipo de vegetación es preferida, basada en la utilización esperada de los tipos de vegetación –según su disponibilidad- y la frecuencia observada durante su uso (Byers y Steinhorst, 1984; Estrada-Crocker y Naranjo-Piñera, 1998; Guerrero-Cadenas *et al.*, 2003).

4.3 Resultados

Los transectos en donde se encontró la presencia (Huellas, talladeros, echaderos, caminos, pelos y grupos de excretas) de venado cola blanca fueron: Chichinautzin, Chichinautzin–Tres Cumbres, Herradura–Coajomulco, La Pera, Las Antenas, San Juan Tlacotenco y Tres Marías, sin embargo, en todos los transectos el número de rastros encontrados fueron escasos y de diferente tipo. En la figura 5 se puede observar un polígono que abarca los transectos antes mencionados a fin de tener una idea general de su distribución en el área de estudio, que pueda servir para estudios posteriores y en donde se llevo a cabo el análisis de preferencia y uso de hábitat.

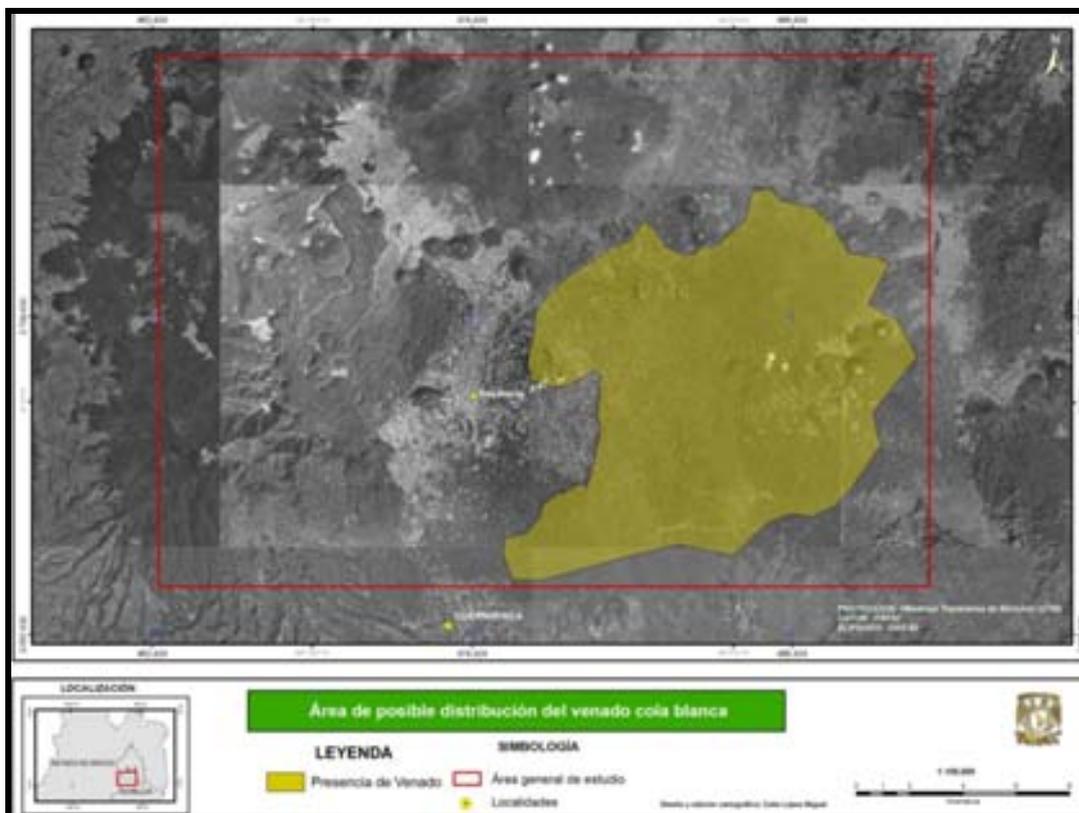


Figura 5. Área general de probable distribución del venado cola blanca en el nor-poniente del estado de Morelos.

El hábitat disponible dentro del área se compone principalmente de bosque de pino como vegetación dominante (53%), bosque de pino-encino (35%) y bosque mesófilo de montaña (10%). Siendo el más utilizado el bosque de pino-encino (68 grupos fecales), posteriormente el bosque mesófilo de montaña (37 grupos) y finalmente el bosque de pino (23 grupos), esto es

contrario al uso esperado el cual coloca al bosque de pino en primer lugar con 68 grupos fecales (Cuadro 2 y Figura 6).

Cuadro 2. Datos de utilización-disponibilidad de venado cola blanca en el CBCH.

Tipo de vegetación	Área total km2	Área relativa	Uso esperado	Uso observado
Bosque de Pino.	41.42	0.53	68.348	23
Bosque de Pino- Encino.	27.68	0.36	45.675	68
Bosque Mesófilo de Montaña	8.47	0.11	13.977	37
Total	77.57	1	128	128

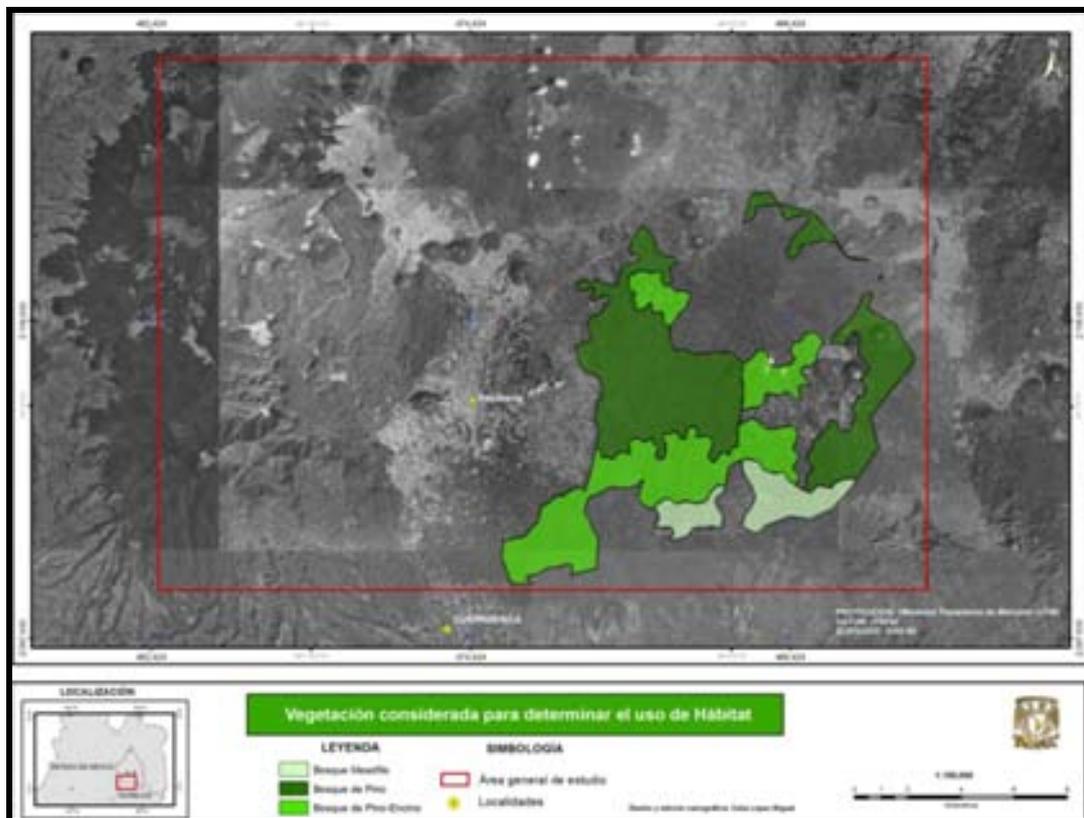


Figura 6. Tipos de vegetación tomados en cuenta para determinar el uso y la preferencia del venado cola blanca.

Los resultados del análisis de Chi-cuadrada (X^2) indican que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el uso y la disponibilidad de los tipos de vegetación analizadas ($X^2 = 78.92580$, $p < 0.0001$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Chi-cuadrada. De acuerdo estos datos se encontraron diferencias significativas entre la disponibilidad y uso de hábitat.

Caso	Uso observado	Uso esperado	O-E	(O-E)**2/E
Bosque de Pino	23.0000	68.3481	-45.3481	30.0879
Bosque de Pino-Encino	68.0000	45.6754	22.3246	10.9115
Bosque Mesófilo de Montaña	37.0000	13.9765	23.0235	37.9264
Suma	128.0000	128.0000	0.0000	78.9258
Chi-cuadrada= 78.92580		df=2	P<0.000000	

Al encontrarse diferencias significativas ($P < 0.001$) se calcularon los intervalos de Bonferroni (Z) con 95% de confianza descritos por Byers y Steinhorst. (1984), para determinar las categorías de las variables que son utilizadas significativamente más o menos que su disponibilidad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Intervalos de confianza simultáneos empleando la aproximación de Bonferroni para la utilización de los tipos de vegetación por venado cola blanca. Nivel de significancia 0.05.

Tipo de vegetación	Proporción de uso esperado	Proporción actual de uso P	Intervalos de Bonferroni para P	Condición
Bosque de Pino	0.534	0.180	0.1 $\leq P_1 \leq$ 0.25	Evita (-)
Bosque de Pino-Encino	0.357	0.531	0.42 $\leq P_2 \leq$ 0.63	Prefiere (+)
Bosque Mesófilo de Montaña	0.109	0.289	0.19 $\leq P_3 \leq$ 0.38	Prefiere (+)

Finalmente, se localizaron dos áreas de muestreo relativamente conservadas que presentaron un mayor número de rastros durante los recorridos. Por lo que se decidió que en éstas se llevaran a cabo los estudios de densidad poblacional, la caracterización del hábitat del venado cola blanca y los listados florísticos de ambas zonas. Se reconoce que un muestreo generalizado en una mayor cobertura y con mayor número de replicas hubiera

dado un mejor panorama, sin embargo, se tomó cuidado en seleccionar estas áreas ya que se consideran representativas fisionómicamente y florísticamente representativas. (Figura 7).

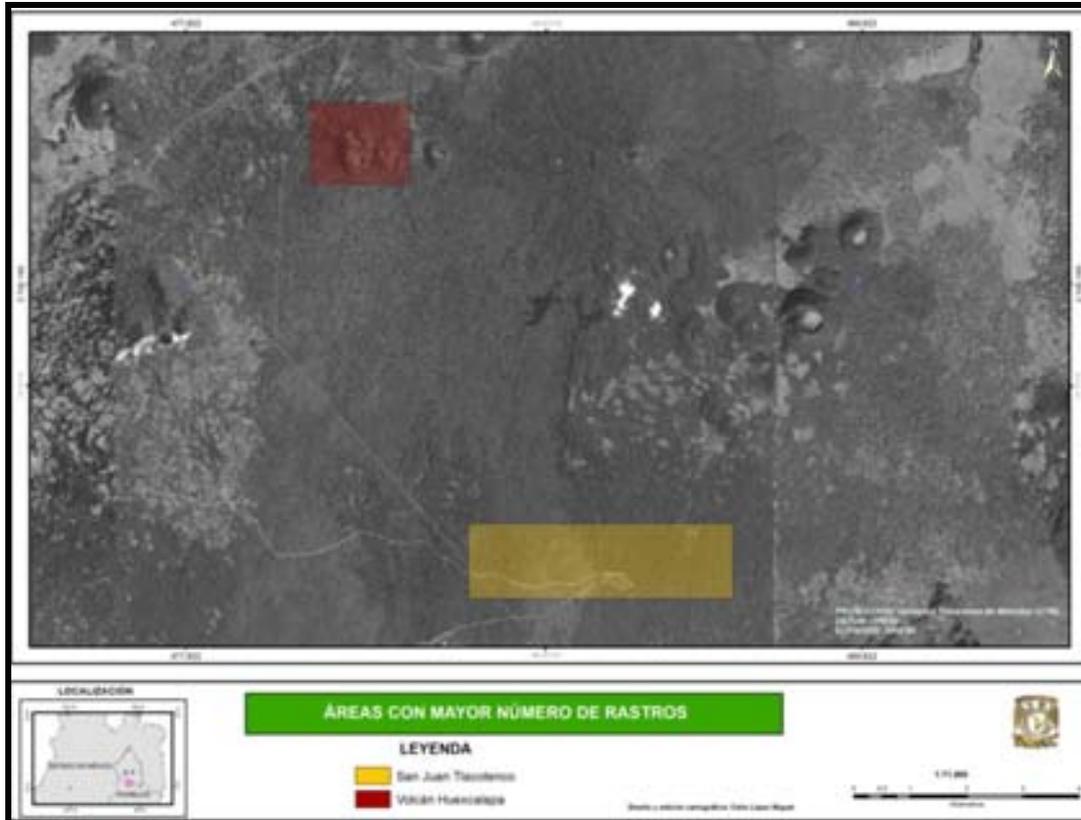


Figura 7. Áreas donde se encontró mayor número de grupos de excretas. En la parte superior el volcán Huexcalapa y San Juan Tlacotenco en el sur.

La primer sitio (636.8 km²) se encontró ubicado sobre los límites del los municipios de Huitzilac (Comunidad indígena de Coajomulco) y de Tepoztlán (Comunidad de San Juan Tlacotenco) sobre lo que fuera el camino del tren que unía el Distrito Federal con Cuernavaca. Y el segundo (226.53 km²) se encontró ubicado en la parte nor-poniente del municipio de Huitzilac en el estado de Morelos. Se encuentran fundamentalmente constituidas por bosques de pino, pino-encino y bosque mesófilo de montaña (Palacio *et al.*, 2000).

4.4 Discusión

Como resultado de este estudio podemos mencionar que la distribución del venado cola blanca observada en nuestra zona de estudio se encontró

separada por las carreteras que comunican a la ciudad de Cuernavaca con el Distrito Federal. Esto debido a que en ningún transecto que se ubicó dentro o cerca del Parque Nacional “Lagunas de Zempoala” se encontró rastro del venado. Sin embargo, esto no quiere decir que la especie haya desaparecido totalmente del PNLZ ya que hay comentarios de pobladores de la zona que hablan de haber encontrado a la especie en áreas inaccesibles dentro del mismo, lejos de los mayores centros de concentración humana en el norponiente del estado como lo son los poblados de Tres Marías y Huitzilac. Por otro lado, a pesar de que en varios transectos regionales se encontraron rastros de la especie, estos fueron muy escasos y parecieron concentrarse en dos áreas al norte y al sur de nuestra zona de estudio.

En cuanto al uso y preferencia del hábitat, el bosque de pino fue evitado ó su uso es mucho menor al esperado a pesar de su mayor extensión. En caso contrario, el bosque de pino-encino y el bosque mesófilo fueron más usados de lo esperado y por tanto son preferidos.

El bosque de pino es una situación especial ya que a pesar de poseer características estructurales adecuadas (9.38 m altura promedio de los arboles y alturas arbustivas promedio de 4 m) según Sánchez-Rojas *et al.* (2009) y Pineda-Estrada & Sánchez-Rojas (2002) ya que observaron que los venados usaban lugares donde los árboles tenían una altura entre 8 a 16 m y los arbustos de .5 a 1.25 m y características nutricionales adecuadas al contar con 68.42% de especies que presentan el potencial para cubrir las necesidades de mantenimiento del venado cola blanca (Amezcuca, 2009) éste se encuentra evitando el bosque de pino. Por esta razón, se asume que son los factores antropogénicos como la cacería (Ramírez-Pulido, 1969), así como una mayor exposición a los caminos y a los centros poblacionales humanos de la región lo que pudiera estar propiciando el desplazamiento de la especie a zonas más aisladas y con menor grado de actividades antrópicas como lo es el caso del bosque mesófilo y los bosques de pino-encino.

El bosque mesófilo de montaña presentó señales de mayor conservación al contar con los mayores valores estructurales promedio en el

estrato arbóreo en comparación con los otros dos tipos de vegetación (11.77 m de altura, 146.35 m³ de volumen y 35.01 m² de cobertura) y el mayor número de individuos arbustivos. Siendo estas características estructurales y una aparente menor actividad predatoria antrópica las que propicien la preferencia del venado al bosque mesófilo de montaña. Lo anterior contrasta con trabajos anteriores donde se menciona que generalmente los venados prefieren bosques con vegetación secundaria debido a que las especies colonizadoras son abundantes, fácilmente accesibles y de buena palatabilidad (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Mandujano y Gallina, 1993), incluso pudiendo estar presente aún en áreas altamente perturbadas como zonas agrícolas y ganaderas, siempre y cuando encuentre alimento y cobertura de protección (Galindo-Leal y Weber, 1998).

El bosque de pino-encino, presentó la mayor cobertura promedio en el estrato arbustivo (5.38 m²), lo que puede estar proveyendo al venado una cobertura y protección adecuada ante fenómenos físicos (Lluvia y vientos), para escape de depredadores y zonas de descanso y crianza. Álvarez-Cárdenas *et al.* (1999) y Ortiz-Martínez (2005), coinciden con los resultados en este trabajo al mencionar que en bosques templados y de pino-encino los venados prefieren sitios con gran cantidad de cobertura y biomasa de arbustos.

4.5 Conclusiones

- Las actividades antrópicas parecen impactar directamente en la distribución, la selección y uso de hábitat del venado cola blanca en la zona de estudio.
- Una actividad antrópica que parece influir de manera determinante es la cacería furtiva.
- Así mismo, otros factores biológicos que afectan positivamente la distribución y el uso de hábitat del venado son la presencia de sitios conservados y con buena estructura del sotobosque.
- La conservación del venado en nuestra zona de estudio, conlleva necesariamente un enfoque que integre aspectos de restauración del hábitat, disminuir presiones antrópicas ilegales y un estudio detallado de la ecología de la especie en la región.

Bibliografía

Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, S., Gallina-Tessaro, P. y Domínguez-Cadena, R. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12: 67-78.

Amezcuca, T. 2009. Evaluación del potencial nutricional de un ecosistema de pino y encino para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el norponiente del estado de Morelos, y el sur del Distrito Federal. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. 99 Pp.

Aranda, M. 2000. Huellas y rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México. 212 pp.

Byers, C. y Steinhorst, R. 1984. Clarification for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48(3):1050-1053.

CIB-UAEM. 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2009.

Estrada-Crocker, F. y Naranjo-Piñera, E. 1998. Ecología del agutí mexicano (*Dasyprocta mexicana*) en El Zapotal, Chiapas. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. Departamento de información para la conservación. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No.G020. México D.F.

Ford, W. 1994. Nutritional quality of deer browse in southern Appalachian clearcuts and mature forests. *Forestry Ecology Management* 67:149-157.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación. EDICUSA-CONABIO. Primera edición. 272 pp.

Guerrero-Cadenas, I., Tovar-Zamora, I. y Álvarez Cárdenas, S. 2003. Factores que determinan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, B.C.S., México. *Anales del Instituto de*

Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 74(1): 83-98.

Hall, R. 1981. The mammals of North America. Vol. 1. John Wiley & Sons. New York.

Hanley, T. 1997. A nutritional view of understanding and complexity in the problem of diet selection by deer (Cervidae). *Oikos* 79:209-218.

Johnson, D. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71

Kotliar, N. y Wiens, J. 1990. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical Framework for the study of heterogeneity. *Oikos* 59:253-260.

Leslie, D., Starkey, E. y Vavra, M. 1984. Elk and deer diets in old-growth forests in western Washington. *Journal of Wildlife Management* 48:762-775.

Mandujano, S. y Rico-Gray, V. 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. y Gallina, S. 1993. Densidad del Venado Cola Blanca Basada en Conteos en Transectos en un Bosque Tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 56:1-38.

Mandujano, S. y Gallina, S. 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida silvestre neotropical* 4 (2):107-118.

Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G. y Pérez-Jiménez, L. 2004. Variación del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2):45-67.

Manly, B., McDonald, L. y Thomas, D. 1993. Resource selection by Animals. Statistical desing and analysis for field studies. Chapman & Hall. London. 177 pp.

Marchinton, R. y Hirt, D. 1984. Behavior. Pp 129–168. En: Halls, I (Ed.). White-tailed deer: ecology and management. Stackpole Books, Harrisburg, PA.

Medina-Torres, S., Márquez, M. y García, E. 2007. Uso y selección de embalses por el pato mexicano (*Anas diazi*) en la región del llano, Aguascalientes-Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 23:163-181.

Morrison, M. 2001. Introduction: Concepts of wildlife and wildlife habitat for ecological restoration. Restoration Ecology. Vol 9. 3:251-252.

Nowak, R. 1991. Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.

Palacio, J., Bocco, G., Velásquez, A., Maas, J., Takaki, F., Victoria, A., Luna, L., Gómez, G., López, J., Palma, M., Trejo, I., Peralta, A., Prado, J., Rodríguez, A., Mayorga, R. y González, F. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del inventario forestal nacional 2000. Investigaciones geográficas, UNAM. Boletín del instituto de Geografía 43:183-203.

Pineda-Estrada, R. y Sánchez-Rojas, G. 2002. Uso del hábitat del venado cola blanca texano introducido en un bosque de pino encino en la Sierra de Pachuca. VII simposio sobre venados en México "Ing. Jorge Villareal González" Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Ramírez-Pulido, J., Castro-Campillo, A., Arroyo-Cabrales, J. y Cervantes, F. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Occasional Papers The Museum Texas Tech University 158:1-62.

Redford, K. y Eisenberg, J. 1992. Mammals of the neotropics. Vol 2. The Southern cone. The university of Chicago Press. Chicago, IL., USA.

Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel y Hernández-Cid, E. 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.

SEMARNAT. 2007. Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México. México DF. 30 pp.

Vangilder, L., Torgeson, O. y Porath, W. 1982. Factors influencing diet selection by white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 46:711-718.

Villarreal, J. 2000. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. México. 401 pp.

5. Capítulo II

Densidad poblacional

5.1 Introducción

Estimar el tamaño de la población del venado cola blanca es sumamente importante para conocer la situación en que se encuentra y así tener información necesaria en la elaboración de un programa de manejo de la especie, en su aprovechamiento sustentable ó establecer un plan de restauración de sus poblaciones en el área de estudio. Además, es muy importante conocer sus fluctuaciones poblacionales y como se encuentra en relación con la capacidad de carga del ambiente para calcular el potencial de consumo de sus recursos alimenticios (Hayne, 1984; Morrison, 2001).

Actualmente, la información acerca de la densidad del venado cola blanca dentro del CBCH es casi inexistente aunque algunos autores y habitantes de la zona mencionan la presencia de la especie dentro de él, la mayoría de sus aportes son de manera descriptiva y anecdótica (Ramírez-Pulido 1969; CIB-UAEM, 2009). Inclusive en uno de los pocos trabajos existentes se mencionaba ya la desaparición de la especie dentro del estado de Morelos y Estado de México en los años 80's (Méndez, 1984). Por lo tanto y debido a la importancia de esta condición poblacional, el objetivo de este capítulo es estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en los bosques del nor-poniente del estado de Morelos.

Para determinar las densidades poblacionales de ungulados, se utilizan métodos directos e indirectos. Los directos generalmente implican el conteo sobre transectos en franja o de línea, captura-marcaje y recaptura. Los métodos indirectos más utilizados son el conteo de huellas, de grupos fecales y la reconstrucción poblacional con base en datos de cacería (Hayne, 1984; Cattadori *et al.*, 2003).

El método de conteo de grupos fecales que ha sido ampliamente utilizado y revisado por numerosos autores (Eberhart y Van Etten, 1956; Ezcurra y Gallina 1981; Valenzuela, 1994; Mandujano y Gallina, 1995; Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999; Ortiz-Martínez, 2005). Funciona bajo los cinco supuestos fundamentales siguientes según Eberhart y Van Etten (1956): 1) Los animales tienen una tasa de defecación constante, 2) se conoce la fecha de depósito de los grupos fecales, 3) todos los grupos de la parcela se encuentran correctamente identificados y contados, 4) el tamaño de la unidad muestral es eficiente y 5) se obtienen estimaciones válidas del error de muestreo.

Las ventajas principales de este método son: la facilidad de aplicación en campo, la obtención de muestras relativamente grandes, el no disturbio a los individuos y su aplicabilidad a los diferentes tipos de hábitat (Pérez-Mejía *et al.*, 2004). Por otro lado, su problema principal es la variabilidad que puede existir en la tasa de defecación –un factor sumamente importante para convertir los grupos de excretas en densidad de venados- ya que depende de factores como la subespecie, la edad, el sexo, la calidad del forraje, las condiciones de confinamiento de los individuos y las condiciones ambientales (Van Etten y Bennett, 1965; Smith, 1968; Nerf, 1968 citado por Mandujano y Gallina, 1995; Fuller, 1991; Pérez-Mejía *et al.*, 2004).

5.2 Métodos

En el área de estudio fue sumamente complicado observar a los venados de forma directa debido a su aparentemente escasa población y a que en muchos sitios existe una cobertura densa la mayor parte del año lo cual complica de manera importante su observación. Por tal motivo se utilizó el método indirecto de conteo de excretas, el cuál consistió en establecer sobre las dos áreas de estudio donde se tenía conocimiento previo de que se contaban con presencia de la especie (Ezcurra y Gallina, 1981; Mandujano, 1992; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009) doce transectos distribuidos al azar con una longitud de 400 m de largo, donde cada diez metros se colocaron parcelas para la acumulación de excretas que fueron revisadas sistemáticamente.

En cada transecto se marcaron mediante estacas (flags) cuarenta parcelas circulares por transecto. Dentro de un área de 67.9 m² se recolectaron en bolsas de papel todos los grupos de excretas recientes y visibles considerando a un grupo 10 pellets cercanos entre sí (Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999) con un tiempo de depósito de tres a cuatro meses. Posteriormente, la densidad de la población se determinó utilizando el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956):

$$D = \frac{a \bullet x}{t \bullet f}$$

Donde **a** es el número de áreas circulares por kilómetro cuadrado, **x** es el promedio de grupos fecales por área circular, **t** es el tiempo de depósito de los grupos fecales (que varió entre 70 y 99 días, por lo que se utilizó un promedio de 84.5), y **f** es la tasa de defecación. Utilizamos tanto la tasa tradicional de 12.7 grupos fecales/día/venado (Eberhardt y Van Etten, 1956; Mandujano y Gallina, 1995) como la tasa promedio de 17 grupos fecales/día/venado propuesta por Pérez-Mejía *et al.* (2004) ya que es específica para *Odocoileus virginianus mexicanus*.

5.3 Resultados y discusión

En total se establecieron 482 parcelas de acumulación de excretas, 162 en San Juan Tlacotenco y 320 en el volcán Huexcalapa (Figuras 8 y 9). El primer conteo tuvo 49 grupos de excretas y el segundo 43 grupos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Grupos de excretas por transecto.

Censo	Transectos en San Juan Tlacotenco					Transectos en el volcán "Huexcalapa"							Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Invierno 2006	0	12	0	5	0	3	10	6	1	4	0	8	49
Primavera 2007	0	9	1	13	0	14	2	1	0	0	1	2	43
Total	0	21	1j	18	0	17	12	7	1	4	1	10	92
Promedio	0	10.5	0.5	9	0	8.5	6	3.5	0.5	2	0.5	5	46



Figura 8. Zona de muestreo San Juan Tlacotenco.

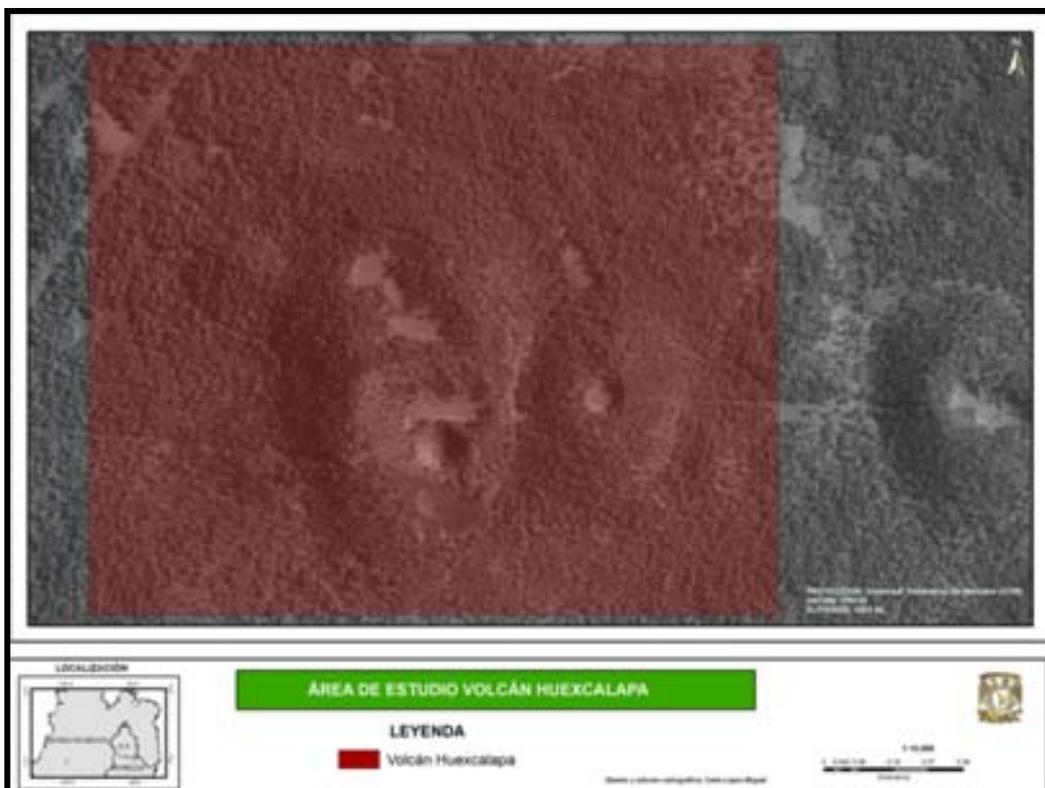


Figura 9. Zona de muestreo Huitzilac.

Como resultado de la fórmula usando la tasa de defecación de 12.7 grupos/día/venado propuesta por Eberhardt y Van Etten (1956) la densidad promedio estimada para la población del venado cola blanca durante este censo fue para San Juan Tlacotenco de 2.74 ± 3.62 venados/km² y de 2.71 ± 2.07 venados/km² en el volcán Huexcalapa. Y utilizando la tasa promedio de defecación referida para esta subespecie por Pérez-Mejía *et al.* (2004) se obtienen valores más bajos que con la tasa tradicional: 2.5 ± 2.71 venados/km² en San Juan Tlacotenco y de 2.02 ± 1.55 venados/km² en el volcán Huexcalapa.

Sin embargo, teniendo en consideración que se carece de información confiable sobre la situación anterior de la población, es difícil asegurar que las densidades estimadas en este estudio sean bajas o normales. Sin embargo, los resultados de Amezcua (2009) en donde el 68.42% de las especies son adecuadas para la manutención del venado, por los resultados obtenidos en este trabajo que indican la presencia de una estructura arbustiva usada por venados en otros estudios (Pineda-Estrada y Sánchez-Rojas, 2002; Sánchez-Rojas *et al.*, 2009) y comparando con otras densidades determinadas en otros estudios en bosques templados, por ejemplo: 4.83 ± 0.98 venados/km² (Valenzuela, 1994), 11.7 venados/km² (Galindo-Leal y Weber, 1998), 19 ± 5 venados/km² (Álvarez-Cárdenas, 1999), y 17 venados/km² (Armas-Bautista *et al.*, 2007) (Cuadro 6). Podemos decir que las densidades encontradas en el norponiente del estado de Morelos son bajas.

Cuadro 6. Densidades de venado cola blanca encontradas por varios autores en bosques templados.

Especie	Sitio	Venados/km ²	Fuente
<i>Odocoileus hemionus peninsulae</i>	Bosque de pino encino	19 ± 5	Álvarez-Cárdenas, 1999.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Bosque de pino encino	4.83 ± 0.98	Valenzuela, 1994.
<i>Odocoileus virginianus oaxacensis</i>	Bosque templado (Oyamel, Pino y Encino).	1.13 ± 1.15	Ortiz-Martínez <i>et al.</i> , 2005.
<i>Odocoileus</i>	Bosque tropical	11 ± 1	Mandujano y

<i>virginianus</i>			Gallina, 1993.
<i>sinaloae</i>			
<i>Odocoileus virginianus sinaloae</i>	Bosque tropical seco	11 a 14	Mandujano y Gallina, 2005.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Bosque templado	2.1 ± 1.6	Sánchez-Rojas <i>et al.</i> , 2009.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Bosque de Pino – Encino	19 a 25	Leopold, 1959.
<i>Odocoileus virginianus couesi</i>	Bosque de Pino – Encino	12 a 16	Halls, 1984.
<i>Odocoileus virginianus couesi</i>	Bosque de Pino – Encino	11.7	Galindo – Leal y Weber, 1998.
<i>Odocoileus virginianus</i>	Bosque de Pino – Encino	17	Armas - Bautista <i>et al.</i> , 2007.
<i>Odocoileus virginianus couesi</i>	Bosque templado de Pino-Encino	2.41	Medina, 2007.

Las bajas densidades que presenta la especie en nuestra área de estudio pueden deberse a una combinación de agentes relacionados con la extensión de frontera agrícola, la competencia del venado con ganado y las actividades predatorias antrópicas (cacería y depredación por animales ferales). Por lo que se recomendaría hacer un estudio detallado de la presión de cacería en la se investiguen tópicos como: el número total de cazadores, presas cazadas al año, la edad y el sexo de los animales cazados y el destino de productos como la carne, piel y cornamenta (ANEXO 2). Con el objetivo de planear y llevar a cabo una estrategia intermunicipal para la erradicación de esta practica ya que es un requisito indispensable para asegurar la sobrevivencia tanto de los individuos residentes como de aquellos que pudieran ser reintroducidos en una práctica de restauración de la especie.

Resulta importante mencionar que la densidad poblacional estimada del venado cola blanca para la parte central del Corredor Biológico Chichinautzin

es la primera información que se genera al respecto para el área y servirá como referencia para estudios posteriores. Sin embargo, también es importante realizar los estudios referentes a la estructura poblacional para poder proyectar las tendencias poblacionales en un futuro sobre la zona de estudio.

5.4 Conclusiones

- La población de venado cola blanca es baja en relación a otros estudios efectuados en hábitats similares.
- La baja densidad parece deberse a un conjunto de factores como: cambio de uso de suelo, caza furtiva y disponibilidad de hábitat natural remanente.
- La conservación y restauración de la especie deberá llevarse a cabo siendo el primer paso el eliminar las presiones antrópicas que ocasionaron las bajas densidades poblacionales.

Bibliografía

Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, S., Gallina-Tessaro, P. y Domínguez-Cadena, R. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12: 67-78.

Amezcuca, T. 2009. Evaluación del potencial nutricional de un ecosistema de pino y encino para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el norponiente del estado de Morelos, y el sur del Distrito Federal. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. 99 Pp.

Armas-Bautista, M., Rangel-Landa, S., Téllez-García, L., Díaz-Pacheco, I., Rodríguez-Rentería, A., Gómez-Morales, S., Martínez-Gutiérrez, G. y de Haro-Guijarro, S. 2007. UMA's Ichamio, inicio del camino: El proceso de una alternativa productiva y de conservación. Presentación en el V Foro Regional para la Conservación y Manejo Productivo del Venado Cola blanca. Morelia, Michoacán, México.

Cattadori, I., Haydon, D., Thirgood, S. y Hudson, P. 2003. Are indirect measures of abundance a useful index of population density? The case of red grouse harvesting. *Oikos*, 100:439-446.

CIB-UAEM. 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2009.

Eberhardt, L. y Van Etten, C. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *Journal of wildlife Management* 20:70-74.

Ezcurra, E. y Gallina, S. 1981. Biology and population dynamics of white tailed deer in northwestern Mexico. Pp 77-108. En: Ffolliot, P. y Gallina, S. (Eds). *Deer Biology, habitat requirements, and management in western North America*. Instituto de Ecología. México, Distrito Federal.

Fuller, T. K. 1991. Do pellet counts index white-tailed deer numbers and population change?. *Journal of Wildlife Management* 55:393–396.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental. *Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México.

Halls, L. 1984. *White-Tailed Deer, Ecology and Management*. A wildlife Management Institute Book. Stackpole Books. EEUU.

Hayne, D. 1984. Population dynamics and analysis. Pp 203-210. En: Halls, L. (Ed.) *White-tailed deer: Ecology and Management*. Editorial Stackpole Books. U.S.A. 870 p.

Leopold, S. 1959. *Fauna Silvestre de México*. Editorial Pax México. Segunda edición, 2000. Título original; Leopold, A. S. *Wildlife of México*. University of California Press.

Mandujano, S. 1992. Estimaciones de la densidad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de Maestría, UNAM. México, D.F. 75 pp.

Mandujano, S. y Gallina, S. 1993. Densidad del Venado Cola Blanca Basada en conteos en transectos en un Bosque Tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 56:1-38.

----- 1995. Comparison of deer censusing methods in tropical dry forest. *Wildlife Society Bulletin* 232:180-186.

----- 2005. Dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Pp. 335-348, En: Sánchez-Cordero, V. y Medellín R. (Eds.). *Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje al Doctor Bernardo Villa*. Instituto de Biología UNAM, Instituto de Ecología UNAM y CONABIO, México, D.F. 706 pp.

Medina, S. 2007. Evaluación del uso de hábitat por el venado de Coues como herramienta para la protección de la especie en Aguascalientes. Presentación

en el V Foro Regional para la Conservación y Manejo Productivo del Venado cola blanca. Morelia Michoacán, México.

Méndez, E. 1984. México and Central America. Pp 513-524. En: Halls, L. (Ed). White-tailed deer: Ecology and Management. Editorial Stackpole Books. U.S.A 870 p.

Morrison, M. 2001. Introduction: Concepts of wildlife and wildlife habitat for ecological restoration. Restoration Ecology Vol 9. 3:251-252.

Neff, D. 1968. The pellet-group count technique for big game trends, census and distribution: a review. Journal of Wildlife Management 32:597-614.

Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones, M. y González, M. 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 del norte de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana 21(3):65-78.

Pérez-Mejía, S., Mandujano, S. y Martínez-Romero, L. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca. *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana 20(3): 167-170. Nota científica.

Pineda-Estrada, R. y Sánchez-Rojas, G. 2002. Uso del hábitat del venado cola blanca texano introducido en un bosque de pino encino en la Sierra de Pachuca. VII simposio sobre venados en México "Ing. Jorge Villareal González" Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.

Ramírez-Pulido, 1969 "Lagunas de Zempoala", Morelos, México. Serie Zoológica 2:253-290.

Sánchez-Rojas, G., Gallina, S. y Mandujano, S. 1997. Área de actividad y uso de hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana 72:39-54.

Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel y Hernández-Cid, E. 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.

Smith, R. 1968. A comparison of several sizes of circular plots for estimating deer pellet groups density. *Journal of Wildlife Management* 32:585-591.

Van Etten, R. y Bennett, C. 1965. Some sources of error in using pellet-groups counts for census deer. *Journal of Wildlife Management* 29:723-729.

Valenzuela, D. 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque la primavera, Jalisco, México. Pp 247-262. En: Vaughan, C. y Rodríguez, M. (Eds). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Heredia C.R. 462 pp.

6. Capítulo III

Caracterización del Hábitat

6.1 Introducción

Como resultado de distintos factores de disturbio y la regeneración natural, se crean patrones de variación temporal y espacial en la estructura del bosque (Denslow, 1980; Martínez-Ramos, 1985), el mosaico forestal resultante es un equilibrio dinámico estacionario, que se caracteriza por un ensamblaje heterogéneo y dinámico de parches sucesionales que se diferencian por su densidad arbórea y del sotobosque, así como su microclima, especies presentes y la presencia, distribución, abundancia y comportamiento de la fauna (Dasman, 1971; Forman y Godron, 1981; Canham y Marks, 1985; Runkle, 1985; Spies y Franklin, 1989; Whitmore, 1989; Álvarez-Cárdenas, 1999, Worrall *et al.*, 2005; Flores-Armillas, 2006).

La distribución y abundancia de cada especie animal son directamente dependientes de sus requerimientos específicos del hábitat. En el caso de los grandes herbívoros los principales elementos que el hábitat debe proveer son: alimento, cobertura y agua. El venado cola blanca se caracteriza por usar determinadas comunidades vegetales y estados sucesionales, encontrándose con mayor frecuencia en bosques jóvenes, con vegetación secundaria debido a que las especies colonizadoras son abundantes, fácilmente accesibles y de buena palatabilidad (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Mandujano y Gallina, 1993).

Además, los venados tienen que resolver adecuadamente la variación estacional y espacial en la disponibilidad y calidad de plantas, con el objetivo de resolver sus requerimientos nutricionales que cambian de acuerdo a la edad, sexo, estado reproductivo, y época del año (Vangilder *et al.*, 1982; Leslie

et al., 1984; Ford *et al.*, 1994; Weckerly, 1994; Hanley 1997; Álvarez–Cárdenas, 1999; Mandujano *et al.*, 2004).

La dieta del venado cola blanca se basa principalmente en el ramoneo o consumo de hojas y tallos de especies vegetales arbustivas y arbóreas, el consumo de hierbas silvestres, renuevos y frutos. Seleccionando sus alimentos por la palatabilidad, aporte energético y proteico de éstos, pudiendo cambiar su dieta constantemente (Verme y Ullrey, 1984; Berteaux *et al.*, 1998), por lo que se le considera como la especie de cérvido más adaptable y tolerante a las actividades humanas estando presente aún en áreas altamente perturbadas como zonas agrícolas y ganaderas, siempre y cuando encuentre alimento y cobertura de protección (Galindo-Leal y Weber, 1998).

Un modo de relacionar la abundancia de la especie y su hábitat es hacer ambos tipos de observaciones a lo largo del mismo transecto, es decir, el conteo de excretas junto con las mediciones de árboles, arbustos, malezas, rocas, etc. Estos son llamados “transectos de propósitos múltiples” (Riney, 1982) y proveen un medio para la descripción de los elementos del hábitat disponible para los animales ya que permite comparar las diferencias de densidad entre sitios con diferente vegetación, pendiente, porcentaje de cobertura y disponibilidad de alimento (Riney, 1982 en Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999; González, 1999). El objetivo de este capítulo es caracterizar las variables bióticas que determinan la presencia del venado cola blanca en dos áreas de la parte central del CBCH.

6.2 Métodos

Caracterización del hábitat

Estrato arbóreo y arbustivo

Para el análisis de la vegetación se caracterizaron las variables de dos estratos vegetales relacionados con el venado: arbóreo y arbustivo (Ortiz-Martínez *et al.*, 2005). Esta caracterización se llevo a cabo utilizando una modificación del método de cuadrantes centrados en puntos de Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) la cual consistió en aumentar de 4 a 12 los individuos medidos por cada punto. Las unidades consistieron en 10 puntos colocados cada 40 metros en cada uno de los 12 transectos lineales utilizados para el conteo de grupos fecales. En cada unidad se midió la distancia de los cuatro árboles más cercanos al punto, se calculó su altura y se midió su diámetro a la altura del pecho (DAP). De la misma manera, en el estrato arbustivo se midió la distancia al punto, la altura y la cobertura de ocho individuos.

Para conocer la densidad, el área basal, dominancia y valores de importancia de las especies se utilizaron las siguientes formulas:

- Área basal: $(\frac{1}{2} d)^2 * \pi$ donde d es el diámetro a la altura del pecho,
- Densidad absoluta: $\text{Área}/D^2$ donde D es la distancia media.
- Dominancia absoluta: **ba** (área basal) media por árbol * número de árboles de la especie.
- Valor de importancia: Densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa.

Cobertura y Volumen

Para determinar la cobertura arbórea y arbustiva se midió el diámetro de la corona y su diámetro perpendicular, para posteriormente calcular la cobertura empleando la formula de la elipse: $C = \pi \times 0.25 \times D1 \times D2$. Donde **D1** es el diámetro mayor de copa y **D2** su diámetro perpendicular. El volumen de los

individuos arbustivos se determinó utilizando la fórmula del cono invertido: $V = \frac{1}{3}B * H$, donde **B** es la cobertura y **H** es la altura del de los individuos.

Tipo de Parche

Para caracterizar el tipo de parche forestal, se tomaron en cuenta dos características cualitativas: a) El grado de perturbación es una variable discreta y su valor lo determina subjetivamente un observador calificado en el campo. Puede adoptar los siguientes valores: Débil.- La apertura en el dosel ocupa, desde la perspectiva de un observador calificado, un área menor al 25% del cuadrante; Media.- La apertura en el dosel ocupa un área entre el 25 y el 50% del cuadrante; Intensa.- La apertura en el dosel ocupa un área mayor al 50% del cuadrante. b) El grado de regeneración es una variable cualitativa discreta, determinada subjetivamente por un observador capacitado y que asume los valores: Inicial: Los árboles presentan una altura promedio menor a cinco metros, con DAP menor a 10 cm. Medio: Los árboles presentan una altura promedio de 5 a 15 m y con un DAP de 10 a 20 cm. Avanzado: Los árboles presentan una altura promedio de 15 a 25 m, con fustes delgados de 20 a 35 cm de DAP. Maduro: Los árboles presentan una altura promedio mayor a los 20 m y fustes gruesos, mayores de 35 cm de DAP (Pérez-Pérez *et al.*, 2005; Flores-Armillas, 2006)

Características físicas del terreno

Para tener una descripción más puntual del hábitat se evaluaron rasgos físicos que se consideran importantes para la presencia del venado cola blanca, esto es la pendiente y sinuosidad¹ (medidos con clinómetro) y orientación (Medida con brújula) a cada 10 m en cada uno de los transectos lineales.

Selección del hábitat

Para conocer la selección que tiene el venado cola blanca por las diferentes características del hábitat, se llevó a cabo un análisis de componentes

¹ Obtenido con base en el promedio de pendientes mayores al 20% en el transecto.

principales (ACP) con un total de 24 variables del hábitat que capturan características del estrato arbóreo y arbustivo. Se decidió utilizar los ACP's ya que ayudan a reducir la dimensionalidad de una base de datos que consiste en un gran número de variables interrelacionadas, esto es logrado transformándolas en un nuevo conjunto de variables denominadas "componentes principales" sin correlación entre ellas.

Las variables fueron: Cobertura arbórea -total, promedio y desviación estándar (que refleja la variación del parámetro), para ésta y todas las variables restantes-, cobertura arbustiva, volumen arbóreo, volumen arbustivo, altura arbórea y altura arbustiva (Características que reflejan principalmente la cobertura de protección, el alimento y la biomasa aérea) (Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999), pendiente del terreno, sinuosidad y orientación (Características topográficas del terreno), número de especies e índice de diversidad (Inverso de Simpson). Se tomaron estas variables ya que es bien conocido que el forraje, la cobertura, la accesibilidad al agua y los depredadores pueden determinar la selección del hábitat de algunos grandes herbívoros (Álvarez-Cárdenas *et al.*, 1999; Villarreal, 1999; Boyce *et al.*, 2003).

6.3 Resultados y discusión

Riqueza específica y diversidad

Se muestrearon en total 759 individuos de 41 especies (ANEXO 3) de formas arbustivas y arbóreas dentro de ambas zonas de muestreo, agrupadas en 18 familias, siendo la más representativas Asteraceae con siete y Pinaceae con cinco especies, lo cual coincide con lo encontrado por Bonilla-Barbosa y Viana (1997), Silva *et al.* (1999) y CIB-UAEM (2009) (Figura 10 y ANEXO 4).

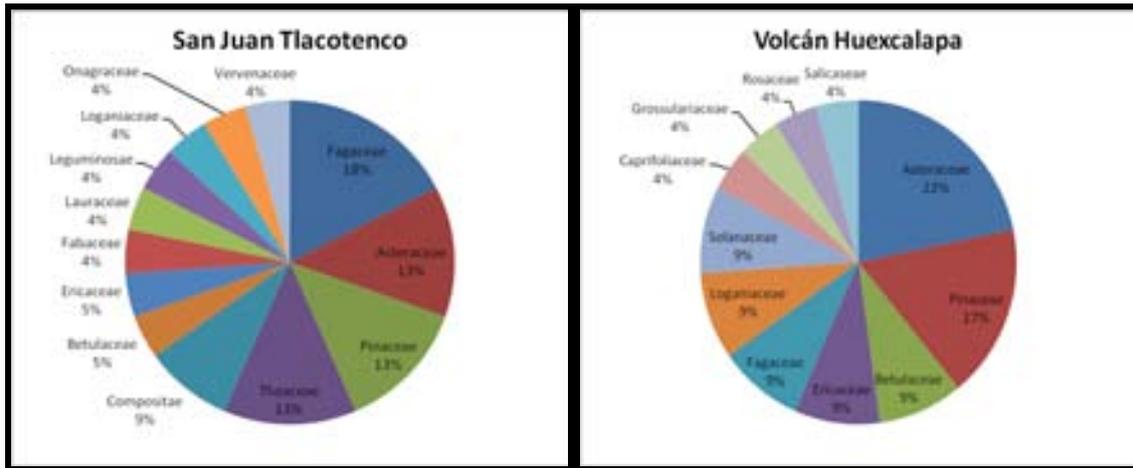


Figura 10. Familias encontradas en las zonas de estudio San Juan Tlacotenco y volcán Huexcalapa.

En el volcán Huexcalapa se muestrearon 423 individuos de 24 especies y en San Juan Tlacotenco 332 individuos de 25 especies. De manera general las especies más representadas con 65, 55 y 52 individuos fueron *Pinus sp*, *Montanoa sp* y *Alnus jorullensis* con representantes tanto arbóreos como arbustivos.

En San Juan Tlacotenco (Transectos 1-5) el estrato arbustivo estuvo dominado por: *Ternstroemia pinglei*, *T. li enata*, *Nectandra globosa*, *Senecio platanifolius* y *Montanoa sp*. En el estrato arbóreo la especie dominante fue *Quercus rugosa*. Y las condiciones estructurales promedio son las siguientes: área basal media de 1502 cm², altura arbórea promedio de 11.09 m, con 2.26 árboles en 100 m², en cuanto al estrato arbustivo la altura media fue de 2.4 m y con 3.75 individuos en 100 m².

Para el área del volcán Huexcalapa (Transectos 6-12) las especies que se encontraron dominando en general fueron: *Alnus acuminata*, *Alnus jorullensis*, *Pinus sp.*, *Ribes ciliatum* y *Senecio barba-johannis*. Las especies dominantes en el estrato arbustivo fueron: *Senecio barba-johannis*, *Senecio angulifolius*, *Cestrum thyrsoideum*, *Ribes ciliatum*, *Salix paradoxa* y regeneración de *Pinus sp*. Y en el estrato arbóreo dominaron: *Alnus acuminata*, *Alnus jorullensis* y *Pinus sp*. Las condiciones estructurales promedio fueron: área basal de 869.31 cm², el promedio de la altura arbórea fue de 9.56 m y de

la arbustiva fue de 3.67 m, en cuanto a la densidad, la arbórea fue de 3.21 individuos por 100 m² y la arbustiva fue de 2.42 individuos por 100 m².

Por otro lado, se observaron diferencias entre la distribución de las especies debido al cambio de tipo de vegetación entre bosque mesófilo, bosque de pino-encino y bosque de pino, en ambos sitios pues hay algunas que permanecen exclusivas de sus zonas, y otras en donde comparten especies (Cuadro 9). Es importante considerar estas diferencias cuando se plantean directivas de protección y manejo de hábitat a nivel de paisaje ya que hay que tener en cuenta la distribución espacial de las especies que pueden ser útiles proveyendo de alimentación o cobertura a las especies objetivo, en este caso el venado cola blanca.

Cuadro 9. Comparativo entre áreas de estudio con sus especies exclusivas y compartidas.

Volcán Huexcalapa	Especies compartidas	San Juan Tlacotenco
<i>Abies religiosa</i>	<i>Alnus jorullensis</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
<i>Alnus jorullensis</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Fuchsia thymifolia</i>
<i>Baccharis conferta</i>	<i>Buddleia parviflora</i>	<i>Lippia mexicana</i>
<i>Comarostaphylis discolor</i>	<i>Pinus sp.</i>	<i>Montanoa frutescens</i>
<i>Cestrum thyrsoideum</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>	<i>Montanoa sp.</i>
<i>Pinus ayacahuite</i>	<i>Quercus laurina</i>	<i>Nectandra globosa</i>
<i>Ribes ciliatum</i>	<i>Quercus rugosa</i>	<i>Pinus montesumae</i>
<i>Salix paradoxa</i>	<i>Senecio platanifolius</i>	<i>Ternstroemia lineata</i>
<i>Senecio angulifolius</i>		<i>Ternstroemia pringlei</i>
<i>Senecio barba-johannis</i>		<i>Ternostemia selvatica</i>
<i>Senecio cinerarioides</i>		<i>Verbesina pedunculosa</i>
<i>Solanum cervantesii</i>		<i>Verbesina virgata</i>
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>		<i>Zinnia sp</i>
<i>Garrya sp</i>		

En relación con la riqueza observada para ambas zonas de estudio se utilizaron los estimadores Mao Tau y Chao 2 con el programa EstimateS Win 8.00. El primer estimador, evita la dependencia del tamaño muestral considerando a cada muestra como una muestra al azar del mismo universo, esto significa que ni el tiempo, ni el arreglo o el espacio ocupado en los muestreos tiene importancia. Esto lo logra utilizando una función de acumulación de especies basándose en la presencia-ausencia (incidencia) de

las especies independientemente de las unidades de muestreo y la técnica de rarefacción (para estandarizar y comparar riqueza de especies tomadas de muestras de diferentes tamaños) para realizar el cálculo de riqueza de especies para un número dado de individuos muestreados y permitiendo la construcción de las llamadas curvas de rarefacción (gráfico del número de las especies como función del número de individuos muestreados) (Colwell *et al.*, 2004).

En caso de que el gráfico sea inclinado significa que una gran porción de la biodiversidad no ha sido muestreada, si una parte de la curva se vuelve plana ha sido muestreado un razonable número de individuos y un estudio más intenso probablemente añada un número reducido de especies. En relación a esto, podemos ver que nuestro muestreo en ambas zonas de estudio registró la mayoría de las especies presentes (Figura 11).

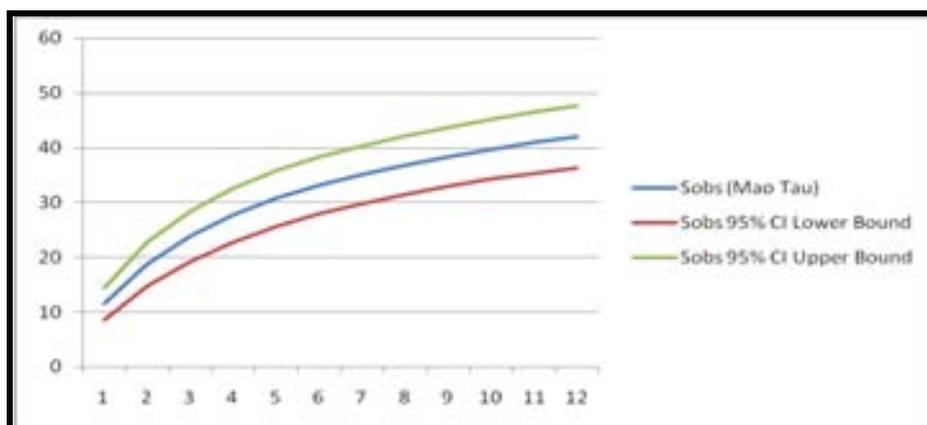


Figura 11. Diagrama del indicador "Mao Tau".

El estimador Chao 2 considera el total de las especies, incluyendo las especies que no están presentes en ningún muestreo, sus curvas de rarefacción estiman la riqueza de especies de una sub-muestra de la riqueza total de especies en común, sobre la base de todas las especies descubiertas en realidad. Además, es utilizado para estimar el número mínimo de especies requerido para detectar cualquier proporción arbitraria (incluyendo 100%) de la asíntota estimada de la riqueza de especies (Chao, 1987). Nuevamente, los resultados obtenidos mediante este estimador coinciden con los obtenidos en

nuestro muestreo en ambas áreas de estudio siendo un valor cercano a cincuenta las especies que predice el estimador Chao 2 (Figura 12).

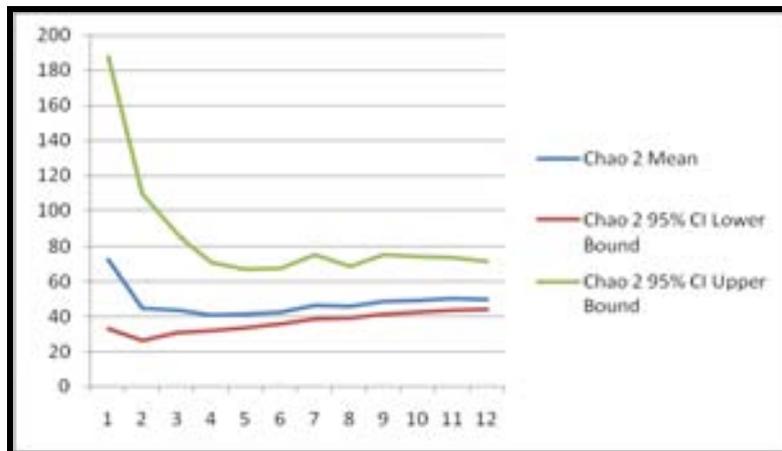


Figura 12. Diagrama del indicador Chao 2.

Diversidad

El índice de diversidad utilizado fue el inverso de Simpson, el cual considera la proporción con la que cada especie de planta contribuye a la biomasa total en cada transecto (Ez curra 1980; Gallina, 1990; Álvarez-Cárdenas, 1999; Ortiz-Martínez *et al.*, 2005) (Cuadro 8). Esto quiere decir que en el transecto dos una sola especie es la que se supondría que esta contribuyendo a la biomasa total de ese transecto, contrario a lo que sucede en el transecto cuatro en donde la producción de biomasa total se encuentra distribuida en un poco más de diez especies. Esto tiene un sentido ecológico al determinar cual transecto puede ser el más susceptible a un uso intensivo como el que podría llevarse a cabo por el sobre-ramoneo que pudiera hacer el venado cola blanca. En ese sentido los transectos más susceptibles son: uno, dos, siete, doce y ocho. Y los más diversos son: tres, cuatro, cinco, seis, nueve, diez y once.

Cobertura

En el cuadro 8 se resumen los atributos de la vegetación en lo referente a las alturas, volumen y coberturas. El mayor promedio de altura de los arbustos se encontró en el transecto seis con 7.42 m y para el caso de el estrato arbóreo fue el transecto uno con 13.55 m. En cuanto a l volumen, el transecto once

contó con el mayor promedio en el estrato arbustivo con 12.26 m³ y para el estrato arbóreo se encontró un 141.20 m³ en el transecto número uno. En el caso de los mayores promedios de las coberturas, éstas se registraron para el estrato arbóreo en el transecto dos obteniendo 39.99 m². Para el estrato arbustivo, en el transecto 10 se encontró el mayor promedio con 6.99 m², sin embargo, en todos estuvieron en promedio con valores superiores a los 2 m² en promedio, lo que indica que existe una buena cobertura de protección² en relación a Álvarez-Cárdenas *et al.* (1999).

Cuadro 8. Condensado de las variables estructurales por estrato en cada transecto de estudio. Siendo Bm: Bosque Mesófilo, Bpe: Bosque de pino-encino, Bp: Bosque de pino, Ar: Estrato Arbustivo y Ab: Estrato arbóreo.

Transecto	Vegetación	Altura (m)		Volumen (m ³)		Cobertura (m ²)		Arbustos x 100 m ²	Árboles x 100	Riqueza	Indice de Diversidad
		Ar	Ab	Ar	Ab	Ar	Ab				
1	Bm	2.58	13.55	7.86	141.2	5.56	25.94	4.04	1.43	10	4.63
2	Bm	2.05	11.55	5.28	125.6	3.58	39.99	4.48	1.81	10	1
3	Bm	1.86	10.22	3.18	172.3	2.99	39.11	2.62	0.93	15	6.6
4	Bpe	1.62	11.15	3.71	90.23	2.12	19.9	5.98	2.18	20	10.09
5	Bpe	2.08	9	5.04	136.7	3.7	33.17	1.62	4.95	13	6.17
6	Bp	7.42	9.48	6.48	74.85	4.83	18.88	2.08	4.95	12	7.16
7	Bp	3.54	8.81	6.5	76.61	4.44	24.25	3.28	2.54	8	3.58
8	Bp	3.16	9.85	5.28	79.27	4.24	18	2.2	5.8	9	5.57
9	Bpe	2.86	10.11	6.48	107.2	4.92	21.31	3.26	2.47	10	8.8
10	Bpe	2.96	8.9	10.8	112.9	6.99	24.09	2.39	1.85	12	8.66
11	Bpe	4.16	10.72	12.3	115	6.39	22.11	1.61	2.19	12	8.68
12	Bpe	1.6	9.09	6.86	68.49	5.15	18.34	2.14	2.67	8	5.21

Las especies más importantes por la cantidad de protección que ofrecen al venado cola blanca en orden de importancia dependiente al porcentaje del total de cobertura son: A) San Juan Tlacotenco: *Montanoa sp.* (22.13%), *Ternstroemia lineata* (15.86%), *Nectandra globosa* (14.33%) y *Ternstroemia pringlei* (12.32%). B) Huexcalapa: *Ribes ciliatum* (36.38%), *Buddleia parvifolia* (12.13%), *Senecio barba-johanis* (8.59%) y *Salix paradoxa* (8.57%). Esta información es importante si se desea llevar a cabo algún manejo de hábitat o determinar zonas de protección para la especie ya que estas plantas cumplen con uno de las demandas principales de la especie como lo es la cobertura.

² Definida como la vegetación capaz de esconder en un 90% a un venado adulto parado de la vista de un hombre a una distancia igual o menor a 60 m (Thomas *et al.*, 1979).

Valor de importancia (Risser y Rice, 1971)

El valor de importancia (Densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa) fue obtenido en los 12 transectos de la zona de estudio. En el Cuadro 9 se puede observar que para los doce transectos son sólo nueve las especies que se encuentran con los mayores porcentajes de importancia, estas especies son: *Quercus rugosa* (6 transectos), *Quercus laurina* (5 transectos), *Alnus collurensis* (4 transectos), *Pinus pseudostrobus* (2 transectos), *Alnus acuminata* (2 transectos), *Pinus sp.* (2 transectos), *Nectandra globosa* (1 transecto), *Ternstroemia lineata* (1 transecto) y *Buddleia parvifolia* (1 transecto). Otras especies presentes fueron: *Arbutus xalapensis*, *Pinus montezumae*, *Clethra mexicana*, *Ternstroemia pringlei*, *Salix paradoxa* y *Pinus ayacahuite* entre otros.

Cuadro 9. Especies con mayor porcentaje de importancia por transectos.

Especies	Transectos											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Quercus rugosa</i>	60.8	24.1	56.5	18.8	22.7		63.4					
<i>Nectandra globosa</i>	20.7											
<i>Quercus laurina</i>		37.2			19.3		19.2	23			19.4	
<i>Ternstroemia lineata</i>			12.5									
<i>Pinus pseudostrobus</i>				20.8		12.8						
<i>Alnus collurensis</i>						75.5		43.2		39	24.8	
<i>Alnus acuminata</i>									34.1			36.9
<i>Pinus sp.</i>									24.8			42.1
<i>Buddleia parvifolia</i>										17.1		

Otras características del hábitat

Nuestra área de estudio no posee agua corriente por lo que el venado se estaría proveyendo del recurso por medio del agua contenida en plantas, frutos y rocío (Mandujano y Gallina, 1995).

Por otro lado, es bien sabido que tanto las orientaciones como las pendientes son características importantes que influyen en la distribución de la

especie ya sea porque en alguna exposición de ladera pueden obtener alimento, conservar agua o protegerse de depredadores. Por ejemplo, Álvarez-Cárdenas *et al.* (1999) y Gallina *et al.* (1991) encontraron que los sitios con pendientes pronunciadas (mayores al 30%) y con terreno rocoso son preferidos por el venado bura. Lo que puede ser parte de un reflejo de una estrategia antidepredadora o que dificulte el acceso a la cacería, a diferencia del venado cola blanca que prefiere pendientes más suaves (Geist 1981; Carson y Peek, 1987), inclusive mostrando una diferencia entre sexos y las exposiciones orográficas preferidas (Sánchez-Rojas *et al.*, 1997).

De manera general, la pendiente promedio en ambas zonas de estudio fue de 0 a 20° (43.38%). Los transectos de San Juan Tlacotenco estuvieron colocados principalmente sobre pendientes de 0 a 20° (46.50%). Y en Huexcalapa el 41.04% del total muestreado se encontró sobre pendientes de 0 a 20°. En este sentido, más del 50% del total de grupos de excretas se encontraron en sitios casi planos lo que coincide con lo encontrado por Geist (1981) y por Carson y Peek (1987) donde mencionaban que el venado cola blanca mostraba preferencia por pendientes suaves (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje de distribución general de pendientes de ambas zonas de estudio.

Pendientes	Porcentaje total	San Juan Tlacotenco	Volcán Huexcalapa	Excretas
0 a 20°	43.38	46.50	41.04	50.28
21 a 40°	40.60	44.50	37.69	24.29
41 a 60°	16.03	9.00	21.27	25.42

En cuanto a la orientación de las áreas de muestreo, el promedio general de las parcelas muestreadas estuvieron orientadas hacia el sureste (90-180°), después hacia el noroeste (270-360°), en tercero y cuarto lugar con el mismo porcentaje estuvieron las orientaciones hacia el noreste y al suroeste (Cuadro 11).

En el caso particular de San Juan Tlacotenco, sus parcelas estuvieron orientadas principalmente hacia el sureste (71% de ellas) y hacia el suroeste (22%), es importante notar que esta zona es caracterizada por casi no tener

parcelas que estuvieran orientadas hacia el noroeste. El hecho de que se muestreara el volcán Huexcalapa ocasionó que se tuvieran las cuatro orientaciones posibles en esta zona. El mayor porcentaje de muestreo lo obtuvo la orientación hacia el noroeste (54.05%) y el segundo lugar estuvo orientado hacia el noreste (29.73%).

Por otra parte, los grupos de excretas se encontraron en las cuatro orientaciones. La orientación de las parcelas donde se encontró el mayor número de rastros fue hacia el suroeste (38.98%), posteriormente hacia el noroeste (22.03%), al noreste (20.90%) y la última orientación en porcentaje de excretas fue hacia el sureste (18.08%).

Cuadro 11. Porcentajes de distribución general de las orientaciones en ambas zonas de estudio.

Orientación	Totales	San Juan Tlacotenco	Volcán Huexcalapa	Grupos de excretas
	%	%	%	%
Noroeste 270 a 360°	26.39	0	54.05	22.03
Suroeste 180 a 270°	18.06	22.86	10.81	38.98
Sureste 90 a 180°	37.5	71.43	5.41	18.08
Noreste 0 a 90°	18.06	5.71	29.73	20.90

Grados de perturbación

En cuanto a los grados de perturbación (apertura del dosel) los transectos que presentaron dominancia de grado de perturbación débil fueron el dos (65%) y tres (65%). La perturbación media dominó en los transectos uno (55%), cinco (59%), seis (52.5%), ocho (40%), nueve (40%) y doce (40%). Y la perturbación intensa caracterizó los transectos siete (65.7%) y diez (50%) (Figura 13). En San Juan Tlacotenco se observó un menor porcentaje en cuanto a la aparición de parcelas con grado de perturbación intensa, caso contrario con el volcán Huexcalapa ya que presentó el mayor caso de este tipo de perturbación en un área donde se registró de manera reciente un incendio forestal. Así como un mayor porcentaje en los casos de parcelas con perturbación intensa.

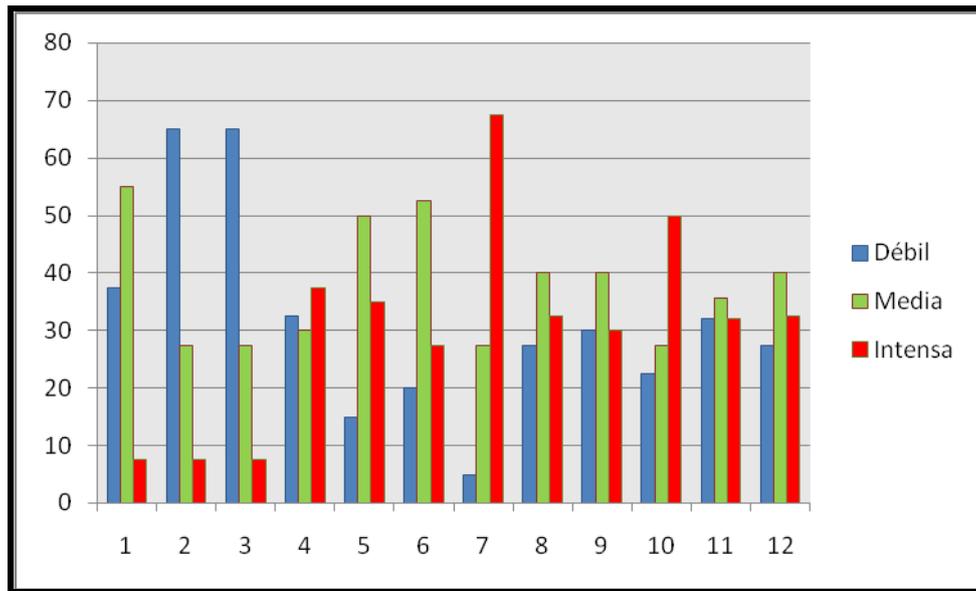


Figura 13. Histograma de frecuencias del porcentaje de puntos con los diferentes grados de perturbación.

Selección de hábitat

En el cuadro 12 se muestran los resultados del ACP, en base a las 24 variables del hábitat analizadas que obtuvieron valores significativos ($>.50$). En este análisis se capturó en tres componentes principales el 67.7% de la varianza total. El análisis indicó que las variables de mayor peso en el primer componente fueron relativas a la altura arbórea, al estrato arbustivo (cobertura, volumen y altura) y la pendiente del terreno. En orden de mayor a menor peso se compone por el volumen arbustivo total, cobertura arbustiva total, volumen arbustivo promedio, volumen arbustivo de desviación estándar, altura arbórea desviación estándar, altura arbórea total, cobertura arbustiva promedio, altura arbórea promedio, altura arbustiva total, cobertura arbustiva de desviación estándar, pendiente promedio y altura arbustiva de desviación estándar. Todas las variables que se asociaron negativamente a excepción de la pendiente promedio que se asoció positivamente.

A este componente se relacionaron positivamente los transectos correspondientes al bosque mesófilo de montaña (Transectos 1, 2 y 3) del área de estudio de San Juan Tlacotenco que se caracterizaron por una mayor distribución arbórea que puede ayudar a la reducción de visibilidad y una mayor cobertura arbórea promedio. La asociación Pino-Encino (Transectos 4, 5, 7, 9,

11 y 12) estuvo caracterizada por una distribución arbórea mayor, una menor riqueza, menor volumen arbóreo promedio, mayor pendiente promedio, menor altura arbórea desviación estándar, menor altura arbustiva desviación estándar, mayor altura arbustiva promedio y mayor sinuosidad. Y finalmente el bosque de pino (Transectos 6, 8 y 10) se caracterizo por una mayor sinuosidad, menor volumen arbustivo total, menor altura arbórea promedio, menor altura arbustiva promedio (Figura 14).

Factor coordinates of the variables, based on correlations (por transectos)				
No. Variable	Variables	Factor 1 (30.4%)	Factor 2 (55.3%)	Factor 3 (67.7%)
Estrato Arbóreo				
1	Cobertura Arbórea total	-0.115868	0.781356	0.184835
2	Cobertura Arbórea promedio	0.107707	0.881957	0.37579
3	Cobertura Arbórea desvest	-0.032769	0.828932	0.317522
7	Volumen Arbóreo total	-0.323678	0.757302	0.131558
8	Volumen Arbóreo promedio	-0.162278	0.80826	0.331834
9	Volumen Arbóreo desvest	-0.495251	0.711087	0.316559
13	Altura Arbórea total	-0.723162	0.096171	-0.229805
14	Altura Arbórea promedio	-0.673184	-0.025219	-0.134554
15	Altura Arbórea desvest	-0.728955	-0.09573	-0.11549
Estrato Arbustivo				
4	Cobertura Arbustiva total	-0.904382	0.00708	0.250033
5	Cobertura Arbustiva Promedio	-0.682586	-0.512675	0.462674
6	Cobertura Arbustiva desvest	-0.626796	-0.422375	0.245615
10	Volumen Arbustivo total	-0.974094	-0.015389	0.125645
11	Volumen Arbustivo promedio	-0.848315	-0.397674	0.214695
12	Volumen Arbustivo desvest	-0.782388	-0.317254	0.170468
16	Altura Arbustiva total	-0.644599	0.482717	-0.341821
17	Altura Arbustiva promedio	0.152719	-0.535041	-0.201801
18	Altura Arbustiva desvest	-0.520623	-0.019021	-0.432009
Otras variables				
19	Pendiente promedio	0.610782	-0.327869	0.486195
20	Pendiente desvest	-0.300955	-0.517785	0.102961
21	Sinuosidad	0.171411	-0.513251	0.428495
22	Distribución Arbórea	0.048152	0.171572	-0.628093
23	Riqueza	-0.087563	0.492293	-0.702487
24	Diversidad	-0.456239	-0.165077	-0.552915

Cuadro 12. Resultados del análisis de componentes principales con las variables del hábitat.

De manera general, podemos resumir la selección de hábitat de nuestras áreas de estudio en tres situaciones:

1.- La situación en la zona de estudio San Juan Tlacotenco estuvo representada cuando existió un mayor número de grupos fecales (Transectos 2 y 4, 21 y 18 grupos respectivamente) con condiciones relacionados a un mayor número de arboles y mayor cobertura aérea promedio, lo que podría estar indicando que el venado se eligió sitios con mayor grado de conservación y por lo tanto, menos actividades antropogénicas.

2.- En el volcán Huexacalapa los transectos con más grupos fecales (Transectos 6, 7y 12; con 17, 12 y 10 grupos respectivamente) estuvieron relacionadas con una mayor sinuosidad, mayores pendientes y una mayor altura arbustiva promedio, lo que podría estar disminuyendo el acceso de la cacería y mejorando la cobertura de escape de la especie.

3.- En los transectos donde hubo muy pocos grupos o no se encontró ninguno (3, 5, 9, 10 y 11), en ambas zonas de estudio, estuvieron relacionados con: menor cobertura, altura y volumen arbóreo; menor diversidad de especies arbustivas, menos individuos arbustivos, menores coberturas y alturas arbustivas y una menor pendiente. Lo que representa sitios muy degradados donde no se presenta vegetación secundaria con especies colonizadoras, las cuales son fácilmente accesibles y de buena palatabilidad (Mandujano y Rico-Gray, 1991; Mandujano y Gallina, 1993) y con mayor acceso a actividades antrópicas.

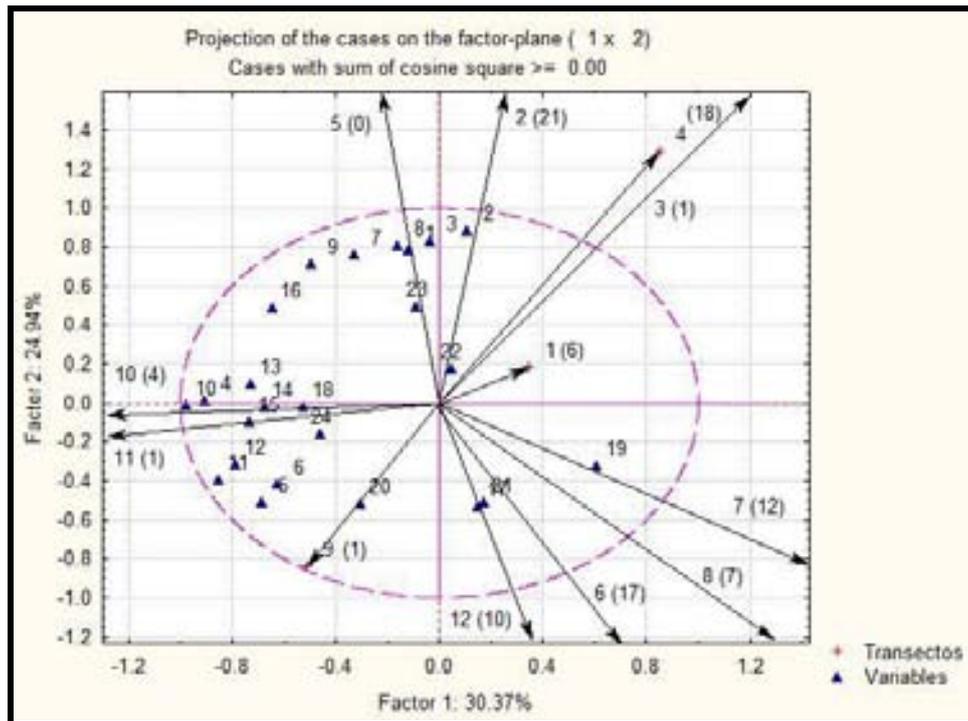


Figura 14. Representación gráfica del análisis de componentes principales. Los números de los puntos representan las variables (Cuadro 14) y los vectores del transecto con el cual se relacionan. En paréntesis el número de excretas encontradas en los transectos.

6.4 Conclusiones

- Las características de hábitat que encontramos son adecuadas para el venado cola blanca ya que presentan estructura y composición florística adecuada, alimento y condiciones topográficas favorables
- Contrario a lo esperado, el venado cola blanca en nuestra zona de estudio esta seleccionando hábitats que muestran características de conservación de los bosques así como de poca accesibilidad para actividades antrópicas.
- Las acciones a seguir para la conservación de la especie en la zona de estudio son: la erradicación o disminución de las actividades antrópicas predatorias, la conservación del área o establecer el uso ordenado y sustentable de la especie.

Bibliografía

Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, S., Gallina-Tessaro, P. y Domínguez-Cadena, R. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12: 67-78.

Berteaux, D., Crete, M., Jean Hout, Jean Maltais, y Ouellet, J. 1998. Food choice by white-tailed deer in relation to protein and energy content of the diet: A field experiment. *Oecologia* 115:84-92.

Bonilla-Barbosa, J. y Viana, L. 1997. Parque Nacional Lagunas de Zempoala. Listados Florísticos de México. Instituto de Biología, UNAM 31 pp.

Boyce, M., Mao, J., Merrill, E., Fortin, D., Turner, M., Fryxell, J. y Turchin, P. 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park. *Écoscience* 10 (4): 421-431.

Byers, R. y Steinhorst, K. 1984. Clarification of a technique for análisis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48:1050-1052.

Canham, C. y Marks, P. 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of establishment and growth. Pp. 197-216. En Pickett, S. y White, P. (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. San Diego: Academic Press.

Carson, R. y Peek, J. 1987. Mule deer habitat selection patterns in northcentral Washington. *Journal of Wildlife Management* 51:46–51.

CIB-UAEM. 2009. Introducción al Corredor Biológico Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2009.

Colwell, R., Mao, Ch. y Chang, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85 (10): 2717-2727.

Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43:783-791.

Dasman, W. 1971. *If deer are to survive*. Harrisburg, Pennsylvania. Stackpole Books. 128 pp.

Denslow, J. 1980. Gap partitioning among tropical rain-forest trees. *Biotropica*, 12: 47-55.

Ezcurra, E. 1980. Una nota acerca de la biodiversidad. *Ecol. Arg.* 4:141-142.

Flores-Armillas, V. 2006. Caracterización de un mosaico de vegetación Abies-Pinus y el efecto de su estructura sobre el sotobosque, en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias biológicas, UAEM. Cuernavaca Morelos, México.

Ford, W. 1994. Nutritional quality of deer browse in southern Appalachian clearcuts and mature forests. *Forestry Ecology Management* 67:149-157.

Forman, R. y Godron, M. 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience* 31(10):733-740.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. 1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación*. CONABIO-EDICUSA. Ediciones Culturales SA de CV. México, DF. 272 pp.

Gallina, S. 1990. *El venado cola blanca y su hábitat en la reserva La Michilía*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, 98 pp.

Gallina, T., Álvarez, S., González, A. y Gallina, S. 1991. Aspectos generales sobre la fauna de vertebrados. Pp 177-192 En: Ortega, A. y Arriaga, L. (Eds.), *La reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California*. Centro e investigaciones Biológicas de Baja California Sur, México

Geist, V. 1981. Behavior: adaptive strategies in mule deer. Pp 157–223. En: Wallmo, O. (Ed.). Mule and black-tailed deer of North America. University of Nebraska Press, Lincoln.

González, F. 1999. Métodos para el análisis y evaluación del hábitat de la fauna silvestre. D. F. México. Pp 41-48. En: Sánchez O. y Vázquez E. (Eds.). Diplomado en manejo de vida silvestre. México D.F.

Leslie, D., Starkey, E. y Vavra, M. 1984. Elk and deer diets in old-growth forests in western Washington. *Journal of Wildlife Management* 48:762-775.

Mandujano, S. y Rico-Gray, V. 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. y Gallina, S. 1993. Densidad del Venado Cola Blanca Basada en conteos en transectos en un Bosque Tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva Serie)* 56:1-38.

Manujano, S. y Gallina, S. 1995. Disponibilidad de agua para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio de México. *Vida Silvestre Neotropical*. 4 (2): 107-118.

Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G. y Pérez-Jiménez, L. 2004. Variación del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2): 45-67.

Martínez-Ramos, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas perennifolias. Pp. 191-239. En: Gómez-Pompa, A. y Amo, S. (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas en Veracruz, México. Alhambra Mexicana, México.

Mueller–Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Edit John Wiley & Sons, 544 pp.

Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones, M. y González, G. 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 del norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21(3): 65-78.

Pérez-Pérez, R. 2005. Impacto del manejo forestal en los macrolíquenes cortícolos de *Pinus patula* (Schl. & Cham.) en la Sierra de Juárez, Oaxaca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. UAEM. Cuernavaca Morelos, México.

Riney, T. 1982. Study and management of large mammals. New York: John Wiley & Sons, 552 pp.

Runkle, J. 1985. Disturbance regimes in temperate forests. Pp. 17-33. En Pickett, S. y White, P. (Eds.). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. San Diego: Academic Press.

Sánchez-Rojas, G., Gallina, S. y Mandujano, S. 1997. Área de actividad y uso de hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 72:39-54.

Silva, L., Romero, F., Velázquez, A. y Almeida-Leñero, L. 1999. La vegetación de la región de la montaña sur de la Cuenca de México. Pp 65-92. En: Velázquez, A. y Romero, F. (Eds.). *Biodiversidad de la Región de montaña del sur de la cuenca de México*. Universidad Autónoma Metropolitana. Secretaria de Medio Ambiente Ciudad de México. 352 pp.

Spies, T. y Franklin, J. 1989. Gap characteristics and vegetation response in coniferous forests of the Pacific Northwest. *Ecology* 70:543-546.

Risser, P. y Rice, E. 1971. Phytosociological analysis of Oklahoma upland forest species. *Ecology* 52:940-945.

Thomas, J., Black, H., Scherzinger, R. y Pedersen, R. 1979. Deer and elk. Pp 104-127. En: Thomas, J. (Ed). *Wildlife habitats in managed forest: The blue*

mountains of Oregon and Washington. Agriculture Handbook No. 553. US Department of Agricultural Forest Service.

Hanley, T. 1997. A nutritional view of understanding and complexity in the problem of diet selection by deer (Cervidae). *Oikos* 79:209-218.

Vangilder, L., Torgeson, O. y Porath, W. 1982. Factors influencing diet selection by white-tailed deer. *Journal of Wild Management* 46:711-718.

Verme, L. y Ullrey, D. 1984. Physiology and Nutrition. Pp 91-118. En: White tailed-deer, Ecology and management: A wildlife management Institute book. Halls, L. (Ed). Stackpole Books. USA.

Villarreal, J. 1999. Practicas para el mejoramiento del hábitat del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y otras especies de la fauna silvestre en ecosistemas de matorrales xerófilos del noreste de México.

Weckerly, F. 1994. Selective feeding by black-tailed deer: forage quality or abundance. *J. Mamm.* 75:905-913.

Whitmore. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70:1167-1178.

Worrall, J. Lee, T. y Harrington, T. 2005. Forest dynamics and agents that initiate and expand canopy gaps in Picea-Abies forests of Crawford Notch, New Hampshire, USA. *Journal of Ecology* 93:178-190.

7. Capítulo IV

Modelación del hábitat potencial de la especie.

7.1 Introducción

La clasificación y evaluación de los factores bióticos y abióticos, y su variación espacio-temporal, es un tópico importante para conocer tanto las preferencias de las especies por determinados hábitats, como el potencial de mantenimiento natural de las especies a largo plazo. Además, proporciona valiosa información para el establecimiento de áreas de conservación ó manejo sustentable, colocándose así como una herramienta moderna en la gestión local y manejo de la vida silvestre (Hansen *et al.*, 1993; Borosky *et al.*, 1996; Van Deelen *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 1998; Delfín-Alonso y Gallina, 2007).

Algunos de los factores naturales más reconocidos que influyen en la presencia de un taxón son: Los factores abióticos o limitantes, los factores bióticos (interacciones con otras especies que modifican la capacidad de mantener poblaciones), su dispersión, las capacidades evolutivas de las poblaciones para adaptarse a nuevas condiciones, los procesos de extinción, la presencia de barreras geográficas relacionadas con eventos vicariantes y los procesos de especiación (Soberon y Peteron, 2004; Iloldi y Escalante, 2008).

Los modelos predictivos de distribución de las especies se han convertido en una herramienta importante para explorar temas en ecología, biogeografía, evolución, la conservación biológica y la investigación del cambio climático. Son modelos empíricos que relacionan observaciones de campo (presencia-ausencia, presencia abundancia u observaciones azarosas) con variables ambientales predictivas en las cuales una especie puede mantener sus poblaciones sin entrada de inmigrantes, basándose en coberturas de

respuesta derivadas estadística o teóricamente (Grinnell, 1917; MacArthur, 1972; Guisan y Zimmermann, 2000; Guisan y Thuiller, 2005; Graham *et al.*, 2004 en Illoldi y Escalante, 2008). La meta es predecir que áreas dentro de una región satisfacen los requerimientos del nicho ecológico de las especies lo que se denomina “distribución potencial” y describe las condiciones adecuadas para la sobrevivencia de las especies (Anderson y Martínez-Meyer, 2004 en Phillips *et al.*, 2004).

Las variables ambientales predictivas mencionadas pueden ejercer efectos directos o indirectos sobre las especies, limitando o propiciando su distribución. Estas relaciones entre las especies y su ambiente circundante puede causar diferentes patrones espaciales que pueden ser observados a diferentes escalas (Pearson *et al.*, 2004). Por lo que deben de ser escogidos de manera óptima para reflejar tres tipos principales de influencia en las especies (Austin, 2002; Guisan y Thuiller, 2005): a) Factores limitantes (o regulatorios) definidos como factores que limitarían ecofisiológicamente la presencia de un taxón (Por ejemplo, temperatura, agua y composición de suelo). b) Disturbios, definidos como todos los tipos de perturbaciones que afectan a los sistemas ambientales (naturales o inducidos). Y c) Recursos, definidos como todos los componentes que pueden ser asimilados por los organismos (Por ejemplo, energía, alimento y agua).

Por otro lado, el concepto de nicho y los requerimientos de las especies son fundamentales en los modelos de distribución de las especies (Guisan y Zimmermann, 2000; Guisan y Thuiller, 2005). El concepto de nicho incluye a todos los factores bióticos y abióticos con los cuales cualquier organismo se relaciona, en un tiempo y espacio determinado (descrito como un hipervolumen de n-dimensiones, en donde cada dimensión corresponde a cada factor). Este concepto general de nicho puede ser delimitado al “nicho ecológico”, que hace referencia al tiempo actual donde se desarrolla el organismo y cómo éste interactúa con los factores ambientales que lo rodean (Illoldi y Escalante, 2008).

La modelación del nicho ecológico evita excluir áreas en donde las especies se encuentren potencialmente presentes por medio de la extrapolación de parámetros climáticos, geológicos y de vegetación asociado con la presencia conocida de las especies para identificar hábitat donde las especies no han sido registradas pero que sin embargo puedan encontrarse (Illoldi y Escalante, 2008).

El programa a utilizar en este trabajo será Maxent 3.3.1, el cual está fundamentado en el concepto de máxima entropía y elabora una distribución probable de las especies (puntos de muestreo) en un espacio geográfico dado (donde la distribución potencial es definida), utilizando la información de las asociaciones observadas entre las especies y coberturas ambientales (Phillips *et al.*, 2004; Pawar *et al.*, 2007). Sus modelos tienen una interpretación natural probabilística suavizada de mayores a menores condiciones adecuadas. De esta manera, estima la distribución más uniforme a lo largo del área de estudio con la restricción de que el valor esperado para cada variable ambiental concuerda con su promedio empírico (valores promedio para el conjunto de datos de ocurrencia) (Phillips *et al.*, 2004).

El modelo resultante es la probabilidad de distribución sobre todas las celdas del grid en una escala geográfica dada (de 0 ausencia a 1 presencia) y expresa la idoneidad de cada celda en función a las variables contenidas en él. Un valor alto en la función de una celda en particular, indica que es predicha que tiene las condiciones idóneas para el taxón.

Modelando interacciones

Actualmente existe un debate concerniente a la inclusión de interacciones interespecíficas (facilitación, polinización, herbivoría, depredación, parasitismo y simbiosis) en la modelación de nicho, particularmente en el cambio climático global y en el contexto de la conservación (Davis *et al.*, 1998; Pearson y Dawson, 2003; Guisan y Thuiller, 2005). Por un lado, análisis recientes han mostrado que la inclusión de variables predictoras adicionales que representen la presencia-ausencia de competidores conocidos pueden incrementar significativamente el poder predictivo de los modelos sobre todo en estudios

conducidos a resolución espacial más fina, pero mantienen en debate la importancia de interacciones bióticas en macro-escalas (Leathwick y Austin 2001; Anderson *et al.*, 2002; Araújo y Luoto, 2007). Y por otro, no está claro si el uso de la ocurrencia de las especies en el modelo de otra realmente refleja una interacción biótica o simplemente refleja la ausencia de un importante factor ambiental predictor en el modelo.

Además, la modelación de las interacciones puede resultar sumamente valiosa al obtener información de alguna especie para la cual no existan datos de presencia en áreas pequeñas o cuando no se cuentan con coberturas climáticas finas, siempre y cuando, las relaciones con la especie objetivo estén bien sustentadas. Por lo tanto, en este trabajo se tomaron en cuenta las interacciones a nivel trófico para poder determinar tanto la distribución potencial del venado cola blanca, como zonas de posible restauración de sus poblaciones. En este sentido, los mapas resultantes son reales en el caso de que exista una verdadera relación en campo entre la especie y las plantas modeladas.

El objetivo de este capítulo fue el modelar y proyectar áreas donde pueda llevarse al cabo la restauración de la especie o de su hábitat, basándonos en las condiciones de distribución actuales y los recursos utilizados por la especie.

7.2 Métodos

Debido a que no se encontraron registros georeferenciados para la especie *Odocoileus virginianus mexicanus* en nuestra área de estudio, se modeló la distribución potencial de 11 especies de arbustos de importancia (determinada por su utilidad para proveer alimento y cobertura para el venado cola blanca para la zona centro del país), con el objetivo de poder ubicar espacialmente zonas donde se encuentre la mayor cantidad de estas y que sirvan para proponer zonas de restauración-conservación de la especie en dichas áreas teniendo en cuenta que esta será una exploración biológica donde el manejo y uso de la especie en cada localidad puede o no ser un limitante extra.

A continuación se mencionan las especies modeladas con su respectiva característica de importancia para los venados cola blanca en el Eje Neovolcánico: Alimento: *Ageratina glabrata*, *Baccharis conferta*, *Salvia polystachya*, *Senecio cinerarioides* y *Fuchsia thymifolia* (Amezcuca, 2009 y ANEXO 5). Cobertura: *Ternstroemia pringlei* y *Salix paradoxa*. Cobertura, valor de importancia y alimento: *Buddleia parviflora*. Por alimento y cobertura: *Ribes ciliatum* y *Senecio barba-johannis*. Y por valor de importancia y cobertura: *Ternstroemia lineata*.

Es importante mencionar que si bien la elección de cada una de estas especies fue basada tanto en la información obtenida por otros autores como en los resultados de la caracterización del hábitat de este trabajo, no significa que estas sean las únicas especies florísticas que el venado esté utilizando a lo largo del eje neovolcánico, sobre todo teniendo en cuenta las adecuaciones espaciales y temporales que tiene la especie, sin embargo, estas representan buenos indicadores para nuestra zona de estudio general.

Para llevar a cabo la modelación de hábitat potencial, se usaron los registros de presencia para cada una de las especies de la base de datos proporcionada por la GBIF por sus siglas en inglés (Global Biodiversity Information Facility, 2009), la página de foto-colectas de la UNAM (Unibio, 2009) y registros propios. Las coberturas climáticas para generar los modelos fueron obtenidas de la página especializada Worldclim (2009) el cual es un conjunto de capas de clima global, con resolución de un kilómetro cuadrado y que considera precipitación mensual promedio, mínima y temperatura máxima para la zona que representa el Eje Neovolcánico (Hijmans *et al.*, 2005).

Utilizando estos datos de entrada se corrieron los modelos para cada una de las especies incluyendo el modelo del venado cola blanca con el programa Maxent 3.3.1. Utilizamos el 75% de los datos como puntos de entrenamiento (Trainig set, para realizar el modelo) y el 25% restante como puntos de prueba –test- (Pawar *et al.*, 2007) en 500 iteraciones. Una vez generados los modelos se tuvo en cuenta que estos cubrieran el requisito de contar con más de .75 de datos bajo la curva (provee una medida del

rendimiento del modelo independiente a cualquier elección del umbral, valores bajo el área de la curva mayores a .5, indica una mejor predicción del modelo). También escogimos cuatro características que Maxent usa: 1) variables ambientales crudas (Linear features); b) cuadrados de las variables ambientales (quadratic features); c) productos de pares de variables (product features) y d) características binarias derivadas de los umbrales de variables ambientales (threshold features).

Una vez obtenidos los modelos respectivos se procedió a sumarlos mediante la extensión Spatial Analyst de Arc View 3.1. De esta manera, se obtuvieron zonas en donde se podrían encontrar las especies mencionadas dentro del Eje Neovolcánico. Las zonas resultantes significarían las áreas donde se encuentren empalmándose las distribuciones potenciales de los 11 arbustos de importancia, y que por lo tanto en estas áreas se estarían presentando algunas de las especies que cumplirían con requerimientos básicos del venado cola blanca.

7.3 Resultados y discusión

Los datos de entrada para la modelación, consistieron en 1006 registros: *Ageratina glabrata* (11), *Baccharis conferta* (144), *Salvia polystachya* (32), *Senecio cinerarioides* (371), *Fuchsia thymifolia* (115), *Ternstroemia pringlei* (5), *Salix paradoxa* (62), *Buddleia parviflora* (75), *Ribes ciliatum* (68), *Senecio barba-johannis* (72) y *Ternstroemia lineata* (51).

Como resultado de los modelos se observó que la especie *Ternstroemia pringlei* no se estaría distribuyendo dentro nuestra zona de estudio ni en el centro del país, localizándose únicamente en los estados de Jalisco y Michoacán (Fig 15, recuadro K), sin embargo, esto puede explicarse si tenemos cuenta que esta especie fue la que menos datos de entrada presentó lo que pudo influir en los resultados. En cambio, la especie que tuvo una mayor distribución fue *Buddleia parvifolia* la cual se encontró en todo el norte de Morelos, Michoacán (Fig 15, recuadro C) y el centro del país.

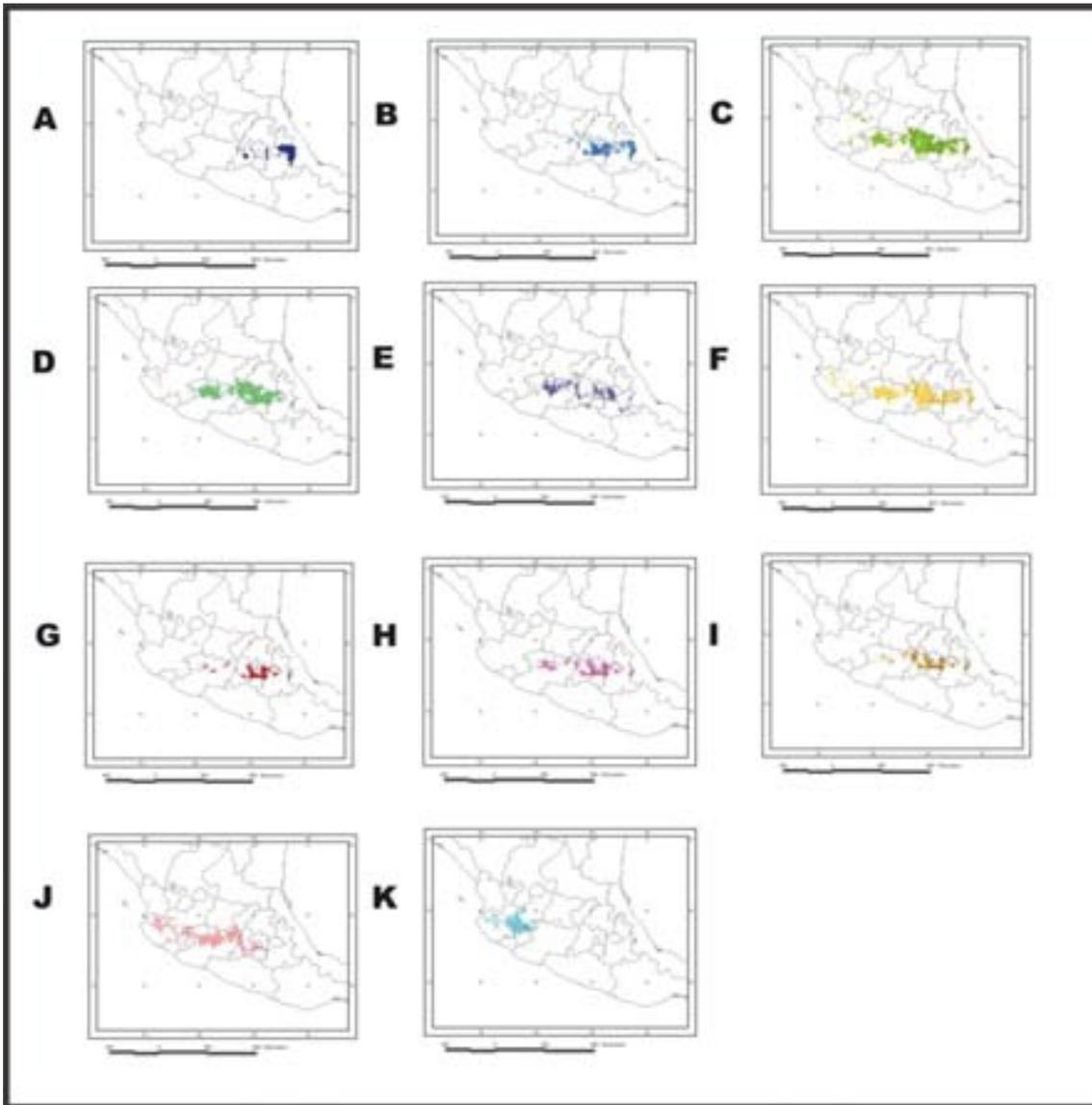


Figura 15. Resultados de la modelación de las especies consideradas importantes para el venado cola blanca. A) *Ageratina glabrata*, B) *Baccharis conferta*, C) *Buddleia parvifolia*, D) *Fuchsia thymifolia*, E) *Salvia polystachya*, F) *Salix paradoxa*, G) *Ribes ciliatum*, H) *Senecio barba-johannis*, I) *Senecio cinerarioides*, J) *Ternstroemia lineata* y K) *Ternstroemia pringlei*.

Al modelar la distribución potencial de la especie *Odocoileus virginianus*, en el Eje Neovolcánico observamos que prácticamente toda nuestra área de estudio es parte de la distribución potencial para esta especie, lo cual coincide con lo expresado por Hall (1981), Redford y Eisenberg (1993), Villarreal (2000) y SEMARNAT (2007) (Fig 17, recuadro 1).

Por otro, la suma de los mapas de distribución potencial (Fig 17 recuadro 2) de las especies arbustivas dio como resultado una concentración del mayor

número de especies en el centro del país, dentro de los estados de Puebla, Distrito Federal, el Estado de México, Hidalgo y el norte Morelos donde se encontró la totalidad de las especies, lo que resalta y comprueba su potencial para mantener poblaciones de venado cola blanca en el norponiente del estado (Figura 16). Esta distribución de estas especies es lógica si tomamos en cuenta las especies modeladas son propias de bosques templados y de altitudes elevadas, sin embargo, tanto la comprobación espacial de la teoría y la ubicación regional de los sitios en donde estos recursos convergen, se vuelve una herramienta poderosa para el manejo de la especie (como las UMA's o zonas de cacería) y de planeación futura para su conservación (Figura 17).

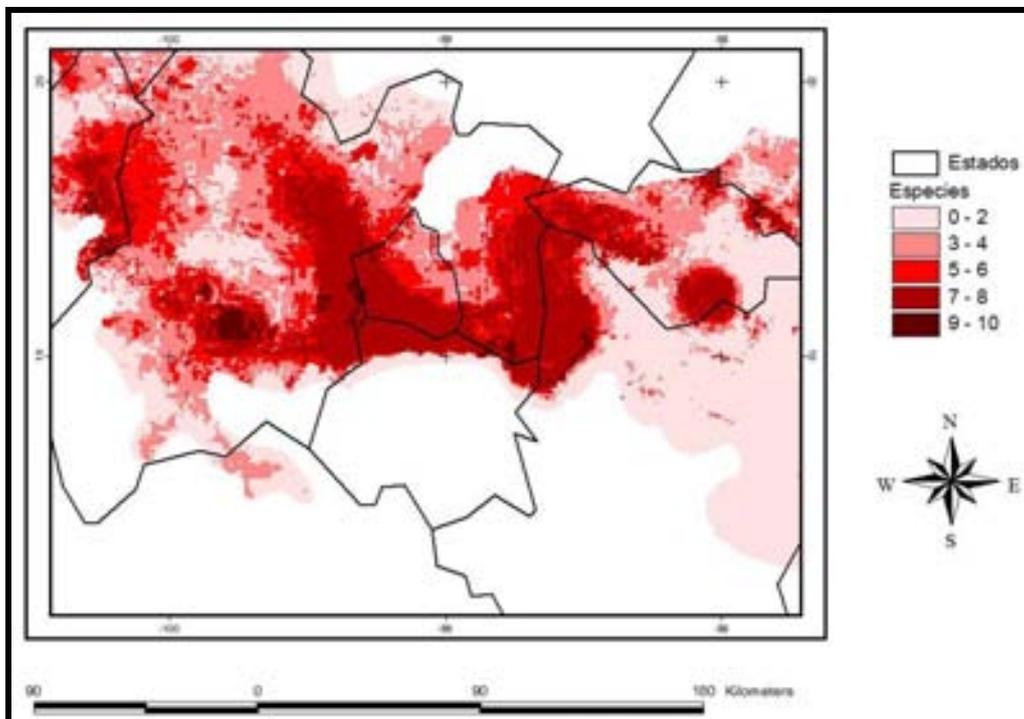


Figura 16. Ampliación del mapa de distribución potencial de las especies consideradas de importancia para el venado cola blanca.

Finalmente, podemos observar que la distribución potencial de las especies arbustivas (<4 especies) y la distribución potencial modelada del venado cola blanca coinciden en no ocupar los mismos sitios en donde ni las plantas ni el venado se estarían distribuyendo para el centro del país (Figura 17, recuadro 3).

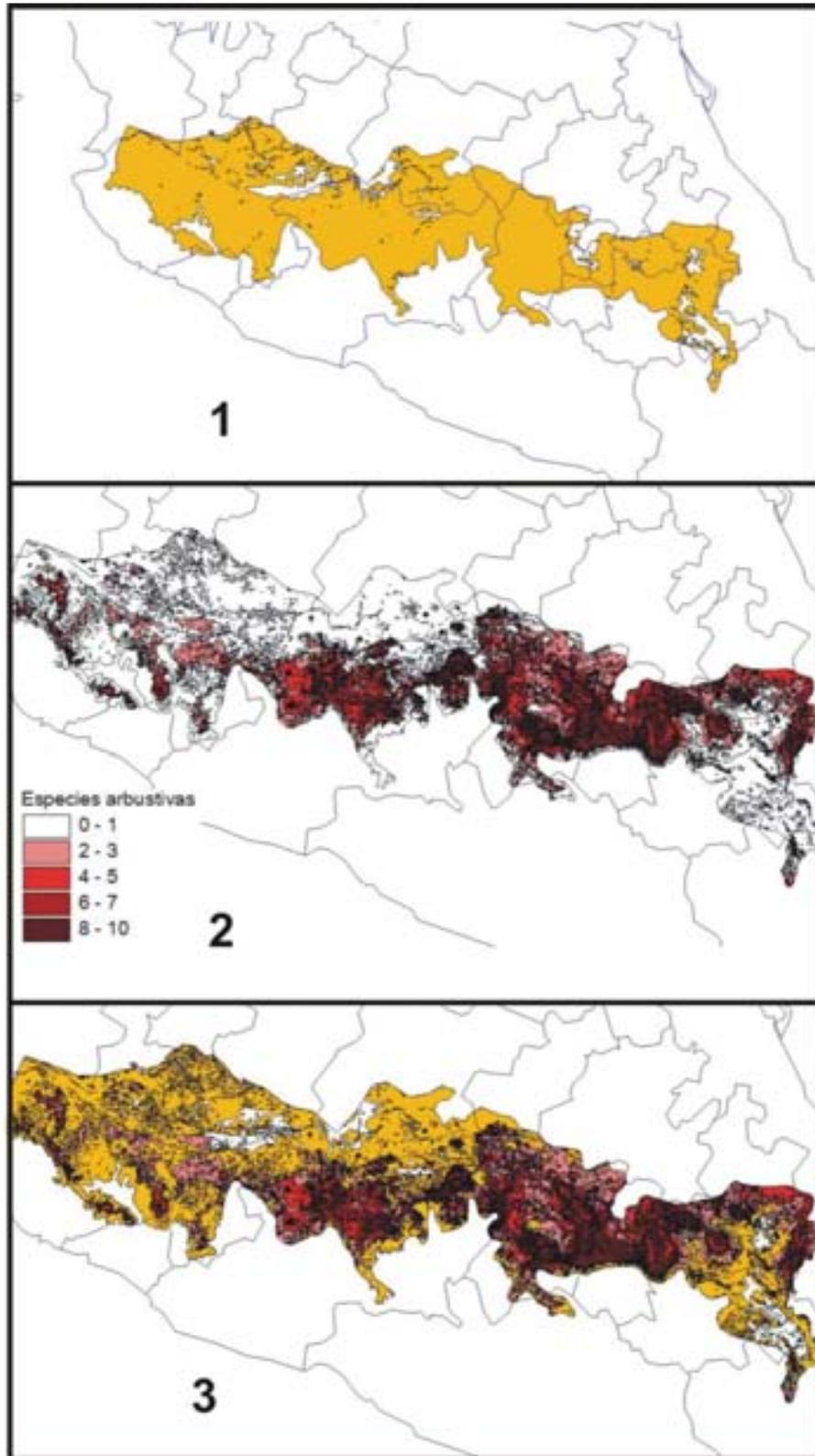


Figura 17. 1) Distribución potencial del venado cola blanca en el Eje Neovolcánico, 2) Modelos agrupados de las especies consideradas de importancia para el venado cola blanca (Eliminando *Ternstroemia pringlei* por tener pocos registros de esta especie) y 3) Distribuciones potenciales del venado y de las especies arbustivas.

Finalmente, es importante recalcar la importancia que puede tener este tipo de estudios prospectivos en la conservación de especies que se encuentren en un estatus de riesgo o tengan importancia económica. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, las relaciones interespecíficas deben estar bien sustentadas y de ser posible comprobadas en campo para cada caso en particular. Y por otro lado, se debe de buscar la forma de complementar estos estudios que conjuntan variables ambientales y biológicas, con análisis de uso (consuntivo o no) humano sobre estas especies.

7.4 Conclusiones

- La distribución potencial del venado cola blanca en el Eje Neovolcánico coincide con lo establecido previamente por varios autores.
- La modelación nos sugiere que el venado cola blanca podría establecerse en todo el Corredor Biológico Chichinautzin, ya que en de manera natural se encontrarían las especies que ofrecen alimento y protección en estos bosques templados.

Bibliografía

Anderson, R., Peterson, A. y Gómez-Laverde, M. 2002. Using niche-based GIS modeling to test geographic predictions of competitive exclusion and competitive release in South American pocket mice. *Oikos* 98:3-16.

Anderson, R. y Martínez-Meyer, E. 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116:167-179.

Amezcuca, T. 2009. Evaluación del potencial nutricional de un ecosistema de pino y encino para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en el norponiente del estado de Morelos, y el sur del Distrito Federal. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. 99 Pp.

Araújo, M. y Luoto, M. 2007. The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. *Global Ecology Biogeography* 16: 743-753.

Austin, M. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modeling. *Ecological Modeling* 157:101-118.

Borosky, B., Barret, R., Timossi, I. y Kie, J. 1996. Modelling habitat suitability for black-tailed deer (*Odocoileus hemionus columbianus*) in heterogeneous landscape. *Forest Ecology and Management* 88:157-165.

Davis, A., Jenkinson, L., Lawton, J., Shorricks, B. y Wood, S. 1998. Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming. *Nature* 391:783-786.

Delfín-Alfonso, C. y Gallina, S. 2007. Modelo de evaluación de hábitat para el venado cola blanca en un bosque tropical caducifolio en México. En: Escarabajos, Diversidad y Conservación Biológica. Ensayos en homenaje a

Gonzalo Halftter, Zunino, M. y Melic, A. (Eds.), pp 193-202. Monografías del 3er Milenio Vol. 7. Sociedad Entomológica Aragonesa, España.

Gbif, 2009. <http://www.gbif.org/>. Revisada el 12 de septiembre del 2009.

Guisan, A. y Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8:993-1009.

Guisan, A. y Zimmermann, N. 2000. Predictive habitat distributions models in ecology. *Ecology Modeling* 135:147-186.

Graham, CH., Ferrier, S., Huettman, F., Moritz, C. y Peterson AT. 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology and Evolution* 19(9): 497- 503.

Grinnell, J. 1917. The niche-relationships of the California Thrasher. *Auk* 34:427-433.

Hall, R. 1981. The mammals of North America. Vol. 1. John Wiley & Sons. New York.

Hansen, A., Garman, S., Marks B. y Urban, D. 1993. An approach for managing vertebrate diversity across multiple-use landscapes. *Ecological applications* 3: 481-496.

Hijmans, R., Cameron, S. Parra, J., Jones, P. y Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 25: 1965-1978.

Illodi-Rangel, P. y Escalante, T. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía* 3.

Leathwick, J. y Austin, M. 2001. Competitive interactions between tree species in New Zealand's old-growth indigenous forests. *Ecology* 82:2560-2573.

MacArthur, R. 1972. Strong, or weak, interactions? *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44:177-188.

- Morrison, M., Marcot, B. y Mannan, R. 1998. Wildlife habitat relationships: concepts and applications. 2nd ed. The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, 435 pp.
- Pawar, S., Koo, M., Kelley, C., Ahmed, M., Chaudhuri, S. y Sarkar, S. 2007. Conservation assessment and prioritization of areas in Northeast India: Priorities for amphibians and reptiles. *Biological Conservation* 136:346-361.
- Pearson, R. y Dawson, T. 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?. *Global Ecology. Biogeography* 12:361-372.
- Pearson, R., Dawson, T. y Lui, C. 2004. Modelling species distributions in Britain: a hierarchical integration of climate and land-cover data *Ecography* 27:285–298
- Phillips, S., Dudík, M. y Schapire, R. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. En: Proceedings of the 21st International conference on Machine Learning, ACM Press, New York, pp. 655–662.
- Redford, K. y Eisenberg, J. 1992. Mammals of the neotropics. Vol 2. The Southern cone. The university of Chicago Press. Chicago, IL., USA.
- SEMARNAT. 2007. Plan de manejo tipo de venado cola blanca en zonas templadas y tropicales de México. México DF. 30 pp.
- Soberon, J. y Peterson, T. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 2004; 359(1444):689-98.
- Unibio. 2009. Colección de fotocolectas biológicas. <http://unibio.unam.mx/cfb/main.jsp>. Revisada el 20 de septiembre del 2009.
- Van Deelen, T., McKinney, L., Joselyn, M. y Buhnerkempe, J. 1997. Can we restore elk to southern Illinois?. The use of existing digital land-cover data to evaluate potential habitat. *Wildlife Society Bulletin* 25:888-894.

Villarreal, J. 2000. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. México. 401 pp.

Worldclim. 2009. www.worldclim.org. Revisada el 20 de septiembre del 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 Listado algunas especies faunísticas presentes en el CBCH.

	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Lince	<i>Lynx fufus</i>
	Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>
	Ardilla	<i>Sciurus aureogaster</i>
	Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>
	Coyote	<i>Canis latrans</i>
	Tlacuache	<i>Didelphis virginiana</i>
	Conejo Castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>
	Conejo Mexicano	<i>Sylvilagus cunicularius</i>
	Cacomixtle	<i>Bassariscus astutus</i>
	Mapache	<i>Procyon lotor</i>
	Tejón	<i>Nasua nasua</i>
	Puma	<i>Puma concolor</i>
	Teporingo	<i>Romerolagus diazi</i>
Ratón de los volcanes	<i>Neotomodon alstoni</i>	
Aves	Matraca barrada	<i>Campylorhynchus megalopterus</i>
	Chipe rojo	<i>Ergaticus ruber</i>
	Gorrion serrano cachetioscuro	<i>Oriturus superciliosus</i>
	Carpintero volcanero	<i>Dedrocapos stricklandi</i>
	Gorrion serrano	<i>Xenospiza baileyi</i>
	Gallina de monte	<i>Dendrortyx macroura</i>
	Trepador gorjiblanco	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>
	Gavilán pechirrufo mayor	<i>Accipiter cooperi</i>
Gran búho cornado	<i>Bubo virginianus</i>	
Anfibios		<i>Pseudoerycea altamontana</i>
		<i>Chiropterotriton chiropterus</i>
		<i>Pseudoerycea belli</i>
		<i>Pseudoerycea cephalica</i>
		<i>Pseudoerycea leprosa</i>
	Rana	<i>Spea hamoondi</i>
Ajolote de Zempoala	<i>Rana spectabilis</i>	
	<i>Ambystoma zempoalensis</i>	
Reptiles	Sapo cornudo	<i>Phrynosoma orbiculare alticola</i>
		<i>Sceloporus aeneus</i>
		<i>Sceloporus scalaris</i>
		<i>Sceloporus grammicus microlepidotus</i>
		<i>Sceloporus jarrovi</i>
		<i>S. torcuatus torcuatus</i>
		<i>S. jarrovi</i>
		<i>S. spinosus</i>
		<i>Oxybelis aeneus</i>
		<i>Senticolis triaspis</i>
Serpiente de cascabel	<i>Crotalus durissus</i>	
Serpiente de cascabel	<i>C. molussus</i>	
Serpiente de cascabel	<i>C. triseriatus</i>	
Serpiente de cascabel	<i>C. transversus</i>	

ANEXO 2. Entrevista para los cazadores de venado cola blanca en los bosques del Nor-poniente del estado de Morelos.

1. Nombre de la comunidad _____ Fecha _____ Núm _____

Datos del entrevistado:

2. Edad _____ Actividad _____

FRECUENCIA Y LUGARES:

3. Cuando va de cacería, lo hace por :

- 1) Alimento 2) Pasatiempo diversión 3) Dinero 4) Proteger cultivo
5) Fines medicinales 6) Otros

(especifique) _____

4. ¿Cada cuando va o iba de cacería (frecuencia)?

5. ¿Cuánto tiempo le llevaba cazar un venado antes?

6. ¿Cuánto tiempo le lleva cazar un venado ahora?

7. ¿Durante que meses iba más seguido de cacería?

Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Agos Sep Oct Nov Dic

8. Durante cuantos años ha cazando en los bosques de Morelos o sur del DF _____

9. ¿En que comunidades acostumbraba cazar y en que año?

Localidad _____ Año _____

¿En que lugares prefiere usted cazar? MARQUE CON CRUZ

10. Cultivo (tipo) _____ 2) Acahual 3) Monte cerca del pueblo (perturbado) 4) Monte lejos del pueblo (conservado). ¿Por que prefiere cazar en esos lugares? _____

11. ¿Que armas usa para ir de cacería? ¿Por que?

12. ¿Va de cacería solo? Si () No ()

13. Si responde no, ¿con cuántas personas acostumbra cazar?

14. Como es su tipo de caza

1) Con permiso () 2) Sin permiso () Autoridad que dio el permiso

2) ¿Cual es el método que usted utiliza para cazar?

1) Arreada 2) Persecución 3) Asecho

Describa brevemente la técnica

¿Que hora prefiere para ir a cazar? _____ Por que? _____

15. Aparte de las armas de fuego, ¿usa algún otro método para cazar?

_____ Cual? _____

16. ¿Utiliza perros para cazar? Si () No ()

¿Cuántos? _____

17. ¿Para cazar, le es indistinto cazar machos, hembras o crías? Si (), No

() ¿ Por qué? _____

18. Qué hace con los animales que caza?

1) Se los come 2) Los abandona 3) Los vende

LEGISLACIÓN – CONSERVACIÓN

19. ¿Ahora, basándose en su experiencia de caza, y el trabajo que le cuesta cazar, como describiría en general estado de la vida silvestre en los bosques de Morelos?

Subexplotados () En el máximo nivel de explotación () Sobrexplotados ()

Severamente sobrexplotados ()

20. Si usted caza en grupo, ¿hay algunas reglas, cuotas o castigos para alguna mala caza, referente a matar hembras o juveniles? Si ()

No ()

Describa brevemente cuales son: _____

21. ¿Considera que las especies se deban de proteger de alguna forma, cual?

22. ¿Usted apoyaría y respetaría zonas de veda para los venados?

_____ ¿Por qué? _____

EXCAZADORES:

23. Paraje o localidad donde cazaba con mayor frecuencia (puede basarse en el mapa *adjunto para señalar los sitios*)

24. Si no es cazador actualmente cuanto tiempo tiene sin cazar

CONDICIONES GENERALES:

25. Considera que las actividades de cacería han acabado con alguna especie?

Si ()

No ()

No Se ()

Si su respuesta fue afirmativa, mencione los animales que considera se han acabado.

26. ¿Conoce usted de algún sitio o paraje en los bosques de Morelos que en el pasado fue muy productivo para los animales y para el venado cola blanca y que ya no lo es?

Si ()

No ()

No se ()

Si su respuesta fue afirmativa mencione el sitio que era productivo y la especie que era abundante en ese lugar en el pasado (Utilice el mapa adjunto para señalar los sitios)

Sitio _____ Especie _____

¿Sabe usted de algún animal que ya no se cazaba por que no había y que ahora hay más?

Si () No () No sé ()

Cuales son?

1.-Especie

_____ Motivo _____

VENADO COLA BLANCA

¿Ha cazado alguna vez venado cola blanca?

Si () No ()

¿Si su respuesta fue afirmativa, cual ha sido el ejemplar más grande que usted ha capturado? _____ Kilogramos ¿En que año lo capturó? _____
¿Dónde lo capturó? _____ ¿Que tipo de arma utilizó? _____

¿Cuántos venados ha capturado en la mejor temporada de caza? _____
¿En cuanto tiempo obtuvo esta caza? _____ ¿En que mes? _____
_____ ¿Año? _____ ¿En que sitio? _____

27. ¿Cuántos venados ha cazado en toda su experiencia de caza?

28. ¿Sabe distinguir entre machos, hembras y cervatillos? Si () No ()

29. ¿Cuantos animales ha cazado? Machos _____

Hembras _____ Cervatillos _____

30. ¿Hay alguna preferencia por alguna edad o condición de la presa? _____ ¿Cuál es? _____

ANEXO 3. Presencia-Ausencia de las especies por transecto.

Especies	Abreviaturas	San Juan Tlacotenco					Volcán Huexcalapa						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Abies religiosa</i>	Abre									X	X		
<i>Alnus acuminata</i>	Alacu									X			X
<i>Alnus jorullensis</i>	Alco				X		X	X	X	X			
<i>Arbutus xalapensis</i>	Arxa	X	X	X	X				X				X
<i>Baccharis conferta</i>	Bracon								X				
<i>Buddleia cordata</i>	Bucor											X	
<i>Buddleia parviflora</i>	Bupa	X		X		X	X	X	X		X	X	X
<i>Calliandra anomala</i>	Caan	X		X									
<i>Comarostaphylis discolor</i>	Cadis								X	X			X
<i>Cestrum thyrsoides</i>	Cesthy						X				X	X	
<i>Clethra mexicana</i>	Cleme	X				X							
<i>Eupatorium glabratum</i>	Eugla											X	
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Eypo			X									
<i>Fuchsia thymifolia</i>	Futhy					X							
<i>Lippia mexicana</i>	Lime				X	X							
<i>Montanoa frutescens</i>	Mofru	X											
<i>Montanoa sp.</i>	Mosp		X	X	X	X							
<i>Nectandra globosa</i>	Necglo	X	X	X		X							
<i>Pinus ayacahuite</i>	Piaya										X		
<i>Pinus montesumae</i>	Pimon				X								
<i>Pinus sp.</i>	Pipa	X	X			X		X	X	X	X	X	X
<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pipse				X		X	X	X			X	
<i>Quercus candicans</i>	Quca			X									
<i>Quercus laurina</i>	Qula		X	X	X	X		X	X			X	
<i>Quercus rugosa</i>	Quru	X	X	X	X	X		X	X				
<i>Quercus Sp</i>	Qusp		X	X									
<i>Ribes ciliatum</i>	Ricil						X	X		X	X	X	
<i>Salix paradoxa</i>	Salpa								X	X	X	X	X
<i>Senecio angulifolius</i>	Sean								X				
<i>Senecio barba-johannis</i>	Sebar						X			X	X	X	X
<i>Senecio cinerarioides</i>	Secine						X	X	X	X			X
<i>Senecio platanifolius</i>	Sepla			X			X				X	X	
<i>Solanum cervantesii</i>	Socer						X			X	X	X	X
<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	Symi										X		
<i>Ternstroemia lineata</i>	Tenli		X	X	X	X							
<i>Ternstroemia pringlei</i>	Terpri	X	X										
<i>Ternstroemia selvatica</i>	Terse		X			X							
<i>Verbesina pedunculosa</i>	Verpe				X								
<i>Verbesina virgata</i>	Vevi			X									
<i>Zinnia sp</i>	Zinsp			X									
<i>Garrya sp</i>	Garsp										X		

ANEXO 4. Clases, Ordenes y Familias de las especies presentes en el área de estudio.

Clase	Orden	Familia	Especies
Pinopsida	Pinales	Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>
			<i>Pinus ayacahuite</i>
			<i>Pinus montesumae</i>
			<i>Pinus sp.</i>
			<i>Pinus pseudostrobus</i>

Magnoliopsida	Fagales	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> <i>Alnus jorullensis</i>
		Fagaceae	<i>Quercus candicans</i> <i>Quercus laurina</i> <i>Quercus rugosa</i>
	Ericales	Ericaceae	<i>Arbutus xalapensis</i> <i>Comarostaphylis discolor</i>
	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis conferta</i>
			<i>Senecio angulifolius</i>
			<i>Senecio barba-johannis</i>
			<i>Senecio cinerarioides</i>
			<i>Senecio platanifolius</i>
			<i>Verbesina pedunculosa</i> <i>Verbesina virgata</i>
	Gentianales	Loganiaceae	<i>Buddleia cordata</i> <i>Buddleia parviflora</i>
	Fabales	Fabaceae	<i>Calliandra anómala</i>
	Solanales	Solanaceae	<i>Cestrum thyrsoidesum</i>
			<i>Solanum cervantesii</i>
	Myrtales	Onagraceae	<i>Fuchsia thymifolia</i>
Lamiales	Vervenaceae	<i>Lippia mexicana</i>	
Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i>	
Salicales	Salicaceae	<i>Salix paradoxa</i>	
Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	
Theales	Theaceae	<i>Ternstroemia lineata</i>	
		<i>Ternstroemia pringlei</i>	
		<i>Ternostemia selvática</i>	

Angiospermae	Rosales	Rosaceae	<i>Eupatorium glabratum</i>
		Grossulariaceae	<i>Ribes ciliatum</i>

Dicotiledons	Leguminosae	<i>Eysenhardtia polystachya</i>
	Compositae	<i>Montanoa Frutescens</i>

ANEXO 5. Condensado de características nutricionales de algunas especies encontradas en la zona de estudio. El FDN tiene que ver con la disminución de la digestibilidad, el contenido de cenizas determina la materia inorgánica y por lo tanto la cantidad de materia orgánica, y el extracto etéreo puede estimar la cantidad de grasas (Amezcuca, 2009).

Espece	Proteín a cruda por géneros	FDN (fibras)	Árboles forrajero s (22- 29% PC)	Pastos de excelent e calidad (11 -18% PC)	Gramínea s (6-11% PC)	Extract o etéreo	Ceniza s
<i>Agerantina glabratum</i>	14.30%	35%		*		4.42	10.99
<i>Alnus jurullensis</i>		53.37 %		*		3.49	4.33
<i>Arbutus xalapensis</i> *	10.18%				*	4.74	4.58
<i>Baccharis conferta</i> *	10.92%	33.47 %			*	11.57	7.54
<i>Buddleia parvifolia</i> *	13.32%	48.66 %		*		1.29	4.3
<i>Eryngium sp.</i>	10.18%	49.55 %				1.88	9.91
<i>Fuchsia microphyla</i> *	9.40%				*	2.34	8.45
<i>Quercus laurina</i>	11.87%	47.88 %		*		2.37	3.43
<i>Ribes ciliatum</i> *	13.71%			*		2.79	7.57
<i>Salvia polystachya</i> *	15.46%	32.84 %		*		3.84	9.25
<i>Senecio cinerarioides</i> *	22.81%	34.51 %	*			4.33	10.23
<i>Senecio barba-johannis</i>	14.16%			*		6.64	13.32
<i>Pinus sp-</i>	10.46%	45.63 %			*	4.14	4.14
<i>Comarastaphylis discolor</i>	6.62%				*	7.67	3.67