



***DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y USO DE HÁBITAT DEL  
VENADO TEMAZATE (Mazama temama) EN LOS  
BOSQUES MESÓFILOS DE SAN BARTOLO, TUTOTEPEC,  
HIDALGO, MÉXICO.***

***TESIS QUE PRESENTA LA BIOL. BRENDA MUÑOZ VAZQUEZ PARA  
OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS***

***Xalapa, Veracruz, México 2013***

---



### Aprobación final del documento de tesis de grado:

"Distribución, abundancia y uso de hábitat del venado temazate (*Mazama temama*) en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México"

	Nombre	Firma
Director Comité Tutorial	Dra. Sonia Gallina Tessaro	
	Dr. Javier Laborde Dovalí	
	Dr. Gerardo Sánchez Rojas	
Jurado	Dr. Robert Hunter Manson	
	Dr. Sergio Álvarez Cárdenas	

## **Agradecimientos**

A la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca que me permitió realizar mis estudios de maestría.

A mi directora de tesis la Dra. Sonia Gallina Tessaro por su apoyo incondicional y sus consejos en el transcurso de mis estudios de maestría y la realización de esta tesis.

A mi comité tutorial el Dr. Gerardo Sánchez Rojas y el Dr. Javier Laborde Dovalí, porque gracias a su asesoría y apoyo pudo realizarse este trabajo de investigación

Al jurado de tesis el Dr. Robert Hunter Manson y Dr. Sergio Álvarez Cárdenas por sus valiosos comentarios que contribuyeron en mucho al mejoramiento de este trabajo.

A los técnicos de la Red de Vertebrados Rolando y Don Toño por su apoyo en campo

A Rosario Landgrave por facilitarme las imágenes satelitales SPOT

A mis profesores y compañeros de la maestría generación 2010-2012

A los habitantes de la comunidad de Medio Monte, en particular a la Sra. Esperanza y Rodrigo por su hospitalidad y amistad

A mi esposo, Ernesto Chanes por estar a mi lado siempre alentándome a dar lo mejor de mi en este proyecto.

A mi familia por la comprensión y el apoyo brindado a lo largo de este proceso.

## **Dedicatoria**

A mi esposo, Ernesto Chanes Rodríguez Ramírez

A mi papá, Lorenzo Muñoz Balderas

A mis abuelitos, Ma. Del Carmen Balderas y Porfirio Muñoz †

Gracias por ser la luz en mi vida.

---

## DECLARACIÓN

Excepto cuando es explícitamente indicado en el texto, el trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por Brenda Muñoz Vazquez como estudiante de la carrera de Maestro en Ciencias entre septiembre del 2010 y febrero del 2013, bajo la supervisión de la Dra. Sonia Gallina Tessaro.

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, ni serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: Brenda Muñoz Vazquez



---

Director de tesis: Dra. Sonia Gallina Tessaro

---

# INDICE

Lista de cuadros.....	9
Lista de figuras .....	9
Resumen general .....	11
Introducción general.....	13
Descripción de la especie .....	13
Problemática .....	14
Bibliografía.....	17

## ***CAPITULO I. Efecto de la perturbación humana en la abundancia y distribución del venado temazate (*Mazama temama*) en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México***

Introducción .....	21
Objetivos .....	23
Hipótesis.....	24
Metodología .....	25
Área de estudio.....	25
Análisis de la deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo.....	27
Selección de los sitios de muestreo .....	29
Abundancia relativa.....	29
Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate.....	30
Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa del venado temazate.....	31
Análisis estadístico .....	31
Resultados .....	33
Análisis de la deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo.....	33

Abundancia relativa.....	38
Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate.....	39
Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa del venado temazate.....	42
Conocimiento tradicional y aprovechamiento del venado temazate por las comunidades .....	47
Discusión.....	51
Deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo .....	51
Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate.....	51
Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa de venado temazate .....	52
Conocimiento tradicional y aprovechamiento del venado temazate por las comunidades .....	53
Efecto de la fragmentación y presencia de asentamientos humanos .....	55
Conclusión.....	57
Bibliografía.....	58

***Capítulo II Distribución, abundancia y caracterización del hábitat del venado temazate (Mazama temama Geist 1998) en un bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México***

Introducción .....	66
Objetivos .....	68
Hipótesis.....	69
Metodología .....	70
Análisis de la distribución y abundancia relativa del venado temazate .....	70
Caracterización del hábitat .....	71
Análisis estadístico .....	73
Resultados .....	75
Distribución del venado temazate.....	75
Abundancia relativa.....	76
Caracterización de hábitat .....	77
Atributos de la estructura vegetal que definen la abundancia de rastros de venado temazate.....	80

Discusión.....	83
Distribución y Abundancia.....	83
Caracterización del hábitat .....	84
Fluctuación de las variables ambientales de acuerdo al grado de perturbación .....	84
Atributos de la estructura vegetal que definen la abundancia de rastros de venado temazate ...	85
Conclusión.....	86
Bibliografía.....	87

### ***CAPITULO III. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES***

Limitaciones del trabajo y temas pendientes para estudios futuros .....	91
Conclusión general.....	92
Implicaciones de conservación.....	92
Bibliografía.....	94

### ***Anexos***

Anexo I. Definición de conceptos .....	95
Anexo II. Descripción de las mediciones de fragmentación de hábitat utilizadas en este estudio	97
Anexo III. Información demográfica selecta de las doce comunidades aledañas a los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo en el 2011 .....	100
Anexo IV. Formato de las entrevistas aplicadas a los habitantes de las comunidades aledañas a los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. ....	102
Anexo V. Fórmulas utilizadas para hacer la caracterización del hábitat del venado temazate....	104
Anexo VI. Valor de importancia de las especies vegetales para cada uno de los transectos .....	106



## LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Descripción de las imágenes de satélite Landsat utilizadas en el estudio.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 2. Población total y tasa de crecimiento poblacional (r) por localidad durante el periodo 1980-2011.....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 3 Número de rastros y abundancia relativa (rastros/km) de venado temazate en cada transecto.....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 4. Parámetros de fragmentación de hábitat para cada transecto.....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 5. Matriz de correlación entre las variables de fragmentación.....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 6. Descripción de las comunidades aledañas al bosque mesófilo de San Bartolo Tutotepec.....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 7. Distancia mínima a la cual se encuentra alguna vivienda y número de viviendas en cada una de las circunferencias alrededor de los transectos.....</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro 8. Matriz de correlación de las variables de presencia humana.....</i>	<i>45</i>
<i>Cuadro 9. Matriz de correlación entre las variables de fragmentación y cacería.....</i>	<i>46</i>
<i>Cuadro 10. Valores de las variables ambientales utilizadas para caracterizar el hábitat por sitio.....</i>	<i>78</i>
<i>Cuadro 11. Matriz de correlación de las variables de vegetación.....</i>	<i>80</i>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Fotografía del venado temazate.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2. Ubicación geográfica de la zona de estudio en el a) país, en el b) Estado, c) en el municipio (las partes sombreadas representan el área de estudio). Finalmente la distribución de los fragmentos de bosque en d) localidades de estudio. Las líneas rojas representan los transectos.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3 Rastros de la presencia de venado temazate en el área de estudio. a) huella, b) excretas, c) echadero y d) comedero.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4. Cobertura de bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec en distintos periodos de tiempo con base en las imágenes satelitales Landsat . Los transectos se marcan como líneas rojas.....</i>	<i>34</i>

<i>Figura 5. Variación del tamaño de los fragmentos de bosque en diferentes años. Las barras grises representan el área total y las negras el área núcleo. Encima de cada barra se muestra el número de fragmentos pertenecientes a cada clase de tamaño .....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6. Variación de los parámetros de fragmentación en diferentes años.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 7. Distribución de las circunferencias de zonas conservadas (C1-7; rojo) y perturbadas (P1-7; azul). El área sombreada representa la cobertura de bosque mesófilo de montaña. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8. Gráfico de regresión de la abundancia de rastros con las variables del modelo predictivo área núcleo + proximidad.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 9. Relación entra la abundancia relativa del venado temazate y la distancia mínima a viviendas.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 10. Conocimiento sobre la ecología del venado temazate por parte de los habitantes de las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo..</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11. Entrevistas a cerca de la cacería del venado temazate en las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 12. Usos del venado temazate en las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 13. Distribución de los transectos y rastros de venado temazate en el área de estudio: ..</i>	<i>75</i>
<i>Figura 14. Mapa de agregación de los rastros del venado temazate (Mazama temama) en los bosques mesófilos del montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. Las zonas rojas indican los sitios de agregación y las azules donde no se encuentra representado.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 15. Ordenación NMDS de los sitios de estudio basado en sus variables de hábitat. En azul están los sitios con mayor cobertura vegetal y en gris los sitios con menor cobertura vegetal, Kruskal stress: 0.02358 .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 16. Regresiones de la abundancia de rastros frente las variables ambientales a) densidad absoluta y b) árboles comestibles .....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 17. Regresión logística de la incidencia de rastros frente las variables ambientales de a) cobertura de dosel y b) densidad lineal .....</i>	<i>82</i>

## RESUMEN GENERAL

La historia de deforestación en nuestro país ha provocado un gran deterioro ambiental. Este problema se agudiza particularmente en las especies menos conocidas y más sensibles a la perturbación como el temazate (*Mazama temama*), por lo que esperamos con este estudio aportar conocimiento acerca de su ecología y los factores que amenazan su permanencia en los bosques mesófilos del municipio de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México.

El estudio se divide en dos capítulos. El objetivo del capítulo I fue probar si la presencia humana ha provocado un deterioro en el hábitat del venado temazate a lo largo de las últimas tres décadas y si la abundancia de esta especie está determinada por la presencia del hombre y los impactos que ha generado y sigue generando en el ambiente. Para esto se calculó la cobertura forestal y el patrón de fragmentación de los bosques en los años 1985, 1995, 2000 y 2011. Se buscaron indicios de la presencia del temazate en 14 transectos. Se calculó el número de viviendas, el área de la comunidad más cercana y se obtuvo información acerca del número de habitantes y número de perros. Se aplicaron al azar entrevistas estandarizadas al 10% de los jefes de familia. Se hicieron modelos lineales de regresión múltiple (GLMR) con análisis gradual posterior (forward stepwise). En el año de 1985 el área de bosque mesófilo de montaña era de 2625.5 ha, y para el año 2011 quedan 1480 ha. La tasa más alta de deforestación fue la de 1995-2000 (3.09%). La mayor tasa de crecimiento de las comunidades fue durante el periodo de 1995-2000 y se observa un decremento en los últimos 11 años. La tasa de deforestación se encuentra fuertemente relacionada con la tasa de crecimiento poblacional. Se observó un promedio de 0.011 rastros/km de venado temazate con un esfuerzo de muestreo de 21 km lineales. Se observó una fuerte relación entre la abundancia relativa y la cantidad de área núcleo, proximidad entre fragmentos y la distancia mínima a cualquier vivienda. Los pobladores poseen un amplio conocimiento sobre la ecología del venado y solo el 14.70% de los entrevistados se dedican a la cacería del temazate como forma de subsistencia. A partir de esto podemos concluir que las poblaciones de venado temazate de los bosques mesófilos de montaña de San Bartolo Tutotepec se ven fuertemente impactadas por la fragmentación de su hábitat y la presencia de las comunidades humanas, por lo que se comportan como especialistas de sitios no fragmentados y alejados de la presencia humana.

En el capítulo II se evalúa la influencia de la vegetación en forma de cobertura y alimento en la abundancia relativa del venado temazate y se analiza la variación de la misma en sitios conservados y perturbados. Cada variable es evaluada a dos niveles distintos: microhábitat (punto de muestreo) y sitio (transecto). Se establecieron 11 puntos dentro de cada transecto, separados cada 50 m y en cada uno de estos se midieron las variables ambientales de: estructura forestal, se siguió el método de cuadrantes centrados en puntos, también se calculó el porcentaje de cobertura del dosel mediante el método de fotografía digital; cobertura de protección, se utilizó el método descrito por Griffith y Youtie (1988), se consideró la primera sección como cobertura de protección a crías y las otras tres secciones para los adultos; y estrato arbustivo y arbóreo bajo, para el cual se realizaron dos líneas de Canfield en las que se registró la cobertura ocupada por cada especie de herbácea de altura mayor a los 30 cm; además de esto se calculó el valor de importancia para las especies vegetales potencialmente consumibles por el venado temazate, las cuales se tomaron de la composición de la dieta observada en la Sierra Nororiental de Puebla. Se realizó un modelo lineal de regresión múltiple con análisis gradual posterior para decidir cuáles eran las variables que mejor explican la variación de la abundancia de rastros a nivel de transecto y una regresión logística a nivel de puntos de muestreo. Se contabilizaron un total de 66 especies vegetales que incluyen árboles juveniles y arbustos. La abundancia de rastros de venado temazate por transecto puede explicarse en un 97% por las variables de densidad absoluta, árboles comestibles y cobertura de dosel y a nivel de micro hábitat mediante la cobertura de dosel ( $p=0.009$ ) y densidad lineal ( $p=0.002$ ). Estos son atributos que se encuentran ligados directamente con el buen estado de conservación, lo que apoya la idea de que el venado temazate es un especialista de sitios conservados en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec donde busca hábitats dominados por árboles maduros y una cobertura de dosel cerrada.

## Introducción general

### Descripción de la especie



Figura 1. Fotografía del venado temazate (©Johannes Pflaiderer)

### *Clasificación taxonómica*

Orden	<b>Mammalia</b> Linnaeus, 1758
Clase	<b>Artiodactyla</b> Owen, 1841
Familia	<b>Cervidae</b> Goldfuss, 1820
Subfamilia	<b>Capreolinae</b> Brookes, 1828
Género	<b>Mazama</b> Rafinesque, 1817
Especie	<b><i>Mazama temama</i></b> Geist, 1998

**Fuente: Ramírez-Pulido 2005**

Localidad tipo: Mirador, Veracruz, México por Hershkovitz (1951)

### *Características generales*

*Longitud total:* 90-120 cm

*Cola vertebral:* 9.5-14.5 cm

*Altura a la cruz:* 60-70 cm

*Peso:* 12-32 kg

*M. temama* es el venado más pequeño de Norteamérica. Posee orejas bastante grandes, las patas delanteras son más cortas que las traseras, lo que le da un aspecto desgarbado. Su cuerpo es robusto. Los machos tienen astas sin ramificar no mayores a 12 cm de largo, muy gruesos en la raíz y se adelgazan hasta finalizar en una punta aguda, son oblicuos por arriba y casi paralelos, con la superficie cubierta de surcos. Su espalda es rojiza, la garganta y la cabeza son café o rojizas y el vientre y la parte interna de las extremidades son blancos. La coloración de las crías es similar a la de los adultos pero poseen manchas blancas de camuflaje. (Gallina 2005, Bello et al. 2010)

### *Distribución geográfica*

*M. temama* ocurre en el sur de México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y probablemente el norte de Colombia. En México se le ha registrado en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo e Hidalgo (Jones et al. 1983, Bello et al. 2010).

## **Problemática**

Los bosques mesófilos de montaña son excepcionalmente ricos en diversidad, cubren el 2.5 % de la cubierta forestal a nivel mundial (Bubb et al. 2003). En México la cobertura de este tipo de comunidad abarca menos del 1% (8,809 km<sup>2</sup>; Williams-Linera 2007, Toledo 2010, Villaseñor 2010), en la actualidad el 50% de la superficie original ha sido afectada debido a la larga historia de dominancia de la ganadería que ha tenido el país, desde la Reforma Agraria (1911-1992), donde se fomentó además una cultura de agricultura a gran escala con el objetivo de producir

alimentos baratos pero sin incorporar ningún criterio de protección ambiental, lo que al paso del tiempo trascendió en una profunda deforestación en las zonas bajas y obligó a los grupos indígenas a desplazarse hacia zonas montañosas (Carabias et al. 2008).

Posteriormente el daño ecológico fue evidente mediante el Censo Ejidal de 1991, donde el 83.5% de casi 30 000 ejidos y comunidades del país tenían la agricultura como actividad principal, 13% la ganadería y solo 1.4% la actividad forestal, ésta última sin inversiones gubernamentales equivalentes a las de las actividades agrícolas (INEGI 1994; CONABIO 2010; Ponce-Reyes et al. 2012).

A pesar de que se retomó el impulso por la conservación a finales de 1970, los efectos sobre la pérdida de la biodiversidad en el país han sido evidentes (Carabias et al. 2008). Particularmente el grupo de los cérvidos se ha visto seriamente afectado a nivel mundial, el 78% de las especies están consideradas bajo alguna categoría de riesgo (IUCN 2008). Este problema se agudiza con las especies menos conocidas, pues al no contar con datos que permitan determinar el estado de conservación en el que se encuentran es poco probable que se establezcan políticas de protección a su favor.

El venado temazate ha sido muy poco estudiado en México y existen grandes vacíos de información en cuanto a su biología y ecología, carencia que limita el desarrollo de estrategias que permitan la permanencia y conservación de esta especie en vida silvestre (Weber y González 2003, Mandujano 2011). Lo anterior resulta preocupante, cuando se toma en cuenta que ciertos aspectos de este ungulado, como sus bajas abundancias relativas (Bolaños y Naranjo 2001, Lira y Naranjo 2003, Martínez-Kú et al. 2008, Naranjo 2008, Reyna y Tanner 2010), áreas de actividad grandes (Maffei y Taber 2003, Gallina 2005), bajas tasas de reproducción (Bodmer et al. 1997), la alta susceptibilidad de sus poblaciones frente a los cambios en su ambiente como la pérdida y fragmentación de su hábitat y la preferencia de los cazadores por esta especie. Todo lo anterior sugiere que podría tratarse de una especie muy vulnerable. Incluso la lista roja de especies amenazadas señala que a pesar de que esta especie está amenazada, no hay datos suficientes para determinar en qué grado (Bello et al. 2008).

Son pocos los estudios que evalúan el papel que juega el hábitat en la distribución y abundancia del venado temazate y generalmente solo tocan algún aspecto, ya sea el del microhábitat (Bello et al. 2004, Weber 2008), la fragmentación del hábitat (Sampaio et al. 2010, Thornton et al. 2011) o

la presencia humana (Reyna-Hurtado 2002, Reyna-Hurtado y Tanner 2005, 2007, Hernández y Segovia 2010, Rosales et al. 2010, Urquiza-Haas et al. 2010). Por lo que el presente estudio representa uno de los primeros esfuerzos por conocer el impacto de estos tres aspectos en conjunto sobre la ecología de esta especie.

La mayoría de los estudios en México con esta especie se han llevado a cabo en los estados del sureste (Bello et al. 2010) y poco se sabe a cerca de sus poblaciones más norteñas, lo que nos motivo a realizar este trabajo de investigación en el estado de Hidalgo. El primer registro en colección de esta especie es realizado por investigadores del Texas Tech University en 1972 (Jones et al. 1983).

Varios autores han discutido a cerca del comportamiento del venado temazate frente a la perturbación de su hábitat, muchos sugieren que se trata de una especie resiliente, capaz de adaptarse a ambientes perturbados (Sampaio et al. 2010, Thorton et al. 2011). Sin embargo existe una postura contraria que propone a *M. temama* como un especialista de sitios arbolados y conservados (Bello et al. 2004, Weber 2008). Esta discusión nos motivo a probar cuál de estos patrones siguen los temazates de los bosques mesófilos de montaña de San Bartolo Tutotepec, por lo que en ambos capítulos se plantea una comparación entre sitios conservados y perturbados.

El objetivo general de este trabajo es determinar la abundancia y distribución del venado temazate en paisajes con fragmentos o extensiones continuos de bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, así como evaluar la influencia que tienen la vegetación, fragmentación del hábitat y la cacería de subsistencia sobre su abundancia y distribución.



## Bibliografía

- Bello, J., C. Guzman-Aguirre, y C. Chablé-Montero. 2004. Caracterización del habitat de tres especies de artiodáctilos en un área fragmentada de Tabasco México. Pp. 136-145 Memorias VI congreso internacional sobre manejo de fauna silvestre en la Amazonía y América latina, Iquitos, Perú.
- Bello, J., R. Reyna-Hurtado, y J. Wilham. 2010. Central American Red Brocket Deer *Mazama temama* (Kerr 1792). Pp. 166-171 en J. M. B. Duarte y S. González, editors. Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer. IUCN/FUNEP.
- Bello, J., R. Reyna, y J. Schipper. 2008. *Mazama temama*. Red list of threatened species. IUCN.
- Bodmer, R. E., J. F. Eisenberg, y H. Redford. 1997. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. *Conservation Biology* **11**:460-466.
- Bolaños, J. E. y E. Naranjo. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del Río Lacantún, Chiapas, México. *Revista mexicana de Mastozoología* **5**:45-57.
- Bubb, P., May, I., Miles, L. y J. Saye. 2003. Cloud Forest Agenda. UNEP Publications.
- Carabias, J., J. De la Maza, y E. Provencio. 2008. Evolución de enfoques y tendencias en torno a la conservación y el uso de la biodiversidad. Pp. 29-42 en Conabio, editor. Capital natural de México, México.
- Conabio. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible, México D.F., México.
- Fahrig, L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **34**:487-515.
- Gallina, S. 2005. Temazate (*Mazama americana*).en G. Ceballos y G. Oliva, editors. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Geist, V. P. p. 1998. Deer of the World, Their Evolution, Behavior y Ecology. Stackpole Books, Pennsylvania.
- Hernández, S. F. y A. H. Segovia. 2010. La cacería de subsistencia en el sur de Yucatán. Pp. 79-114 en M. M. Guerra, S. Calmé, S. Gallina, y E. J. Naranjo, editors. Uso y manejo de Fauna Silvestre en el norte de Mesoamérica. Secretaria de educación de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México.

- INEGI. 1994. Sector agropecuario. Resultados definitivos. Censo agrícola, ganadero y ejidal, 1991. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- Jones, A. M. 1997. *Environmental Biology*. Routledge, USA. 197Pp.
- Jones, J. K., D. C. Carter, y W. D. Webster. 1983. Records of Mammals from Hidalgo, Mexico. *The Southwestern Naturalist* **28**:378-380.
- Lira, I. y E. Naranjo. 2003. Abundancia, preferencias de hábitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la reserva de la biósfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista mexicana de Mastozoología* **7**:20-39.
- Maffei, L. y A. B. Taber. 2003. Área de acción de *Mazama americana* (Cervidae) en un bosque seco de Bolivia. *Ecología en Bolivia* **38**:179-180.
- Mandujano, S. 2011. Bibliografía estudios de venados en México. Instituto literario de Veracruz S. C.
- Martínez-Kú, D. H., G. Escalona-Segura, y J. A. Vargas-Contreras. 2008. Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. *en* C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, editors. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Naranjo, E. 2008. Uso y conservación de mamíferos en la selva Lacandona, Chiapas, México. Pp. 675-691 *en* C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, editors. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Mexico, D.F.
- Ponce-Reyes, R., R.-R. V.H., J. E. M. Watson, J. VanDerWal, R. A. Fuller, R. L. Pressey, y H. P. Possingham. 2012. Vulnerability of cloud forest reserves in Mexico to climate change. *Nature Climate Change*: 1-5.
- Price, M. F., G. Gratzner, L. A. Duguma, T. Kohler, D. Maselli, y R. Romeo. 2011. *Mountain Forests in a Changing World - Realizing Values, addressing challenges*. FAO/MPS andSDC, Rome.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* **21**:21-82.
- Reyna-Hurtado, R. 2002. Hunting effects on the ungulate species in Calakmul, Forest, Mexico.
- Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2005. Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul Forest, Campeche, Mexico. *Biotropica* **37**:676-685.

- Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation*.
- Reyna, R. A. y G. W. Tanner. 2010. Efecto de la perturbación humana en la abundancia relativa de ungulados en tres comunidades de la región de Calakmul, Campeche, México. Pp. 115-135 *en* M. M. Guerra, S. Calmé, S. Gallina, y E. Naranjo, editors. *Uso y manejo de fauna Silvestre en el norte de Mesoamérica*. Secretaría de Educación de Veracruz, México.
- Robinson, G. J. y H. Redford. 1994. Measuring the sustainability of hunting in tropical forests. *Oryx* **28**:249-256.
- Rosales, M., M. S. Hermes, y J. R. Morales. 2010. Caracterización de la cacería de subsistencia en comunidades Maya-Q'eqchi' del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala. Pp. 25-52 *en* M. M. Guerra, S. Calmé, S. Gallina, y E. J. Naranjo, editors. *Uso y manejo de Fauna Silvestre en el norte de Mesoamérica*. Secretaria de educación de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México.
- Sampaio, R., A. P. Lima, W. E. Magnusson, y C. A. Peres. 2010. Long-term persistence of midsized to large-bodied mammals in Amazonian landscapes under varying contexts of forest cover. *Biodiversity and Conservation* **19**:2421-2439.
- Thorton, D., L. C. Branch, y M. E. Sunquist. 2011. The relative influence of habitat loss and fragmentation: Do tropical mammals meet the temperate paradigm? *Ecological Applications* **21**:2324-2333.
- Urquiza-Haas, T., C. A. Peres, y P. M. Dolman. 2010. Large vertebrate responses to forest cover and hunting pressure in communal landholdings and protected areas of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Animal Conservation* **14**:271-282.
- Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Weber, M. y S. González. 2003. Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Écoscience* **10**:443-454.
- Williams-Linera, G. 2007. El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático. Instituto de Ecología, A. C. México.

## **Capítulo I.**

Efecto de la perturbación humana en la abundancia y distribución del venado temazate (*Mazama temama*) en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México

## Introducción

Desde tiempos remotos, el hombre ha llevado una estrecha relación con su ambiente, culturas como la olmeca, zapoteca, azteca y maya han aprovechado la fauna silvestre como alimento, vestido, medicina y herramientas (Pérez-Gil et al. 1995). Sin embargo, el acelerado crecimiento demográfico, la marginación de ciertos grupos sociales hacia zonas recónditas y los avances tecnológicos en las armas de fuego han provocado la sobre-explotación de los recursos, guiando a algunas especies a su extinción local (Naranjo 2007).

Los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec son utilizados por comunidades indígenas de los grupos otomí-tepehua, que han fundado pequeñas comunidades en la zona y que viven principalmente de la agricultura, ganadería y en algunos casos de la cacería de subsistencia (García 2006). Se ha visto que el desarrollo de estas comunidades propicia la pérdida y fragmentación de los bosques y la degradación de los recursos (Hardin 1968, Price et al. 2011). En particular en el estado de Hidalgo, la superficie de bosque perdida es de 500 ha anuales (CONAFOR 2012).

La pérdida del hábitat original y la fragmentación son amenazas importantes para la fauna que depende de los bosques y selvas para su supervivencia (Danielson 1991, Andrén 1994, Bentley et al. 2000). Principalmente, los bosques de niebla de México, que de por sí abarcan un pequeño porcentaje (menos del 1%; CONABIO 2010, Villaseñor 2010) presentan un importante deterioro, lo cual ha sido percibido como un acelerador en la extinción de las especies (Kurki et al. 2000, Fahrig 2003, Laurance 2008, Sampaio et al. 2010, González-Espinosa et al. 2011). No obstante, se ha demostrado que los remanentes pequeños del bosque de niebla y los corredores, proveen hábitat para algunas especies especialistas que son sensibles a la fragmentación, y pueden constituir una base importante para estrategias de conservación y manejo de recursos (Bentley et al. 2000, Debinski y Holt 2000, CONABIO 2010, Vetter et al. 2011).

Diversos estudios proponen que los efectos de la fragmentación del hábitat, han provocado la concentración de mamíferos en zonas específicas donde la actividad humana es escasa o nula (Estrada et al. 1994, Banks-Leite 2010, Sampaio et al. 2010, Price et al. 2011). Sin embargo, muchas de estas especies no pueden mantener viables sus poblaciones dentro de un hábitat

restringido por periodos largos de tiempo lo que causa una disminución del número de individuos y en ocasiones lleva a la extinción de la misma (Novaro 2005, Bell y Donnelly 2009).

Aunado a esto, ciertas actividades humanas como la cacería de subsistencia puede conducir a la declinación de las poblaciones o extinciones locales y alterar dramáticamente la composición y estructura de la fauna residual (Peres 2001).

La cacería de subsistencia resulta en un importante recurso alimenticio para las comunidades rurales, dando preferencia a presas grandes, tales como: margay (*Felis wiedii*), ocelote (*F.pardalis*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), y venado temazate (*Mazama temama*; Alvard 1995).

El venado temazate es muy apreciado por su carne y piel (Escamilla et al. 2000). Además en ocasiones es cazado también por considerarla una especie problema debido a que afecta los cultivos de frijol, chile y maíz principalmente (Mendez y Bello 2005).

En resumen, *M. temama*, se encuentra en peligro debido a la pérdida y fragmentación de su hábitat (bosque mesófilo de montaña y selvas). Se ha observado como consecuencia de esta pérdida de hábitat, que los remanentes de bosque resultan más accesibles a los cazadores y proporciona una base de recursos de menor calidad para la fauna de vertebrados frugívoro-granívoros impactando directamente en el número de individuos de sus poblaciones (Peres 2001, Reyna-Hurtado 2002, Reyna-Hurtado and Tanner 2007, Bello et al. 2010).

Lo que queremos probar en este capítulo es si esto ocurre con las poblaciones de venado temazate en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, es decir si la presencia humana ha provocado un deterioro en su hábitat y si la abundancia de esta especie está determinada por la presencia del hombre y los impactos que ha generado y sigue generando en el ambiente.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto que ha tenido y tiene actualmente la presión humana en el hábitat y abundancia relativa del venado temazate en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo

### **Objetivos particulares**

Analizar la deforestación y el patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate en el área de estudio en los últimos 30 años.

Determinar si el crecimiento demográfico ha provocado el incremento de la tasa de deforestación de los bosques mesófilos de montaña.

Determinar el efecto de la fragmentación del hábitat del venado temazate en su abundancia relativa.

Determinar el efecto de la presencia de asentamientos humanos en la abundancia relativa del venado temazate.

Determinar que afecta más severamente la abundancia relativa del temazate: la presencia directa del humano o sus consecuencias, en este caso la fragmentación y pérdida de su hábitat.

Describir el conocimiento tradicional y la intensidad de uso del venado temazate por las comunidades rurales de la zona.

## **Hipótesis**

La cobertura forestal y la conectividad del hábitat del venado temazate en el área de estudio va en decremento a lo largo de los últimos 30 años.

El crecimiento demográfico ha provocado el incremento de la tasa de deforestación en los bosques mesófilos de montaña del área de estudio

La abundancia relativa de venado temazate tiene una relación positiva con la cantidad y calidad del hábitat disponible

El venado temazate presenta abundancias relativas más altas en los sitios más alejados de la presencia humana.

La abundancia relativa del venado temazate se relaciona negativamente con la presencia del ser humano, más fuertemente que con la fragmentación y pérdida de su hábitat

La mayoría de los habitantes de las comunidades de estudio conocen al temazate y lo aprovechan como recurso de subsistencia



## Metodología

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el bosque mesófilo de montaña (6070.1 ha) de San Bartolo Tutotepec, situado al este de Hidalgo, en el centro del país (Figura 2a, b, c). Se ubica en la región terrestre prioritaria “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” y dentro de la Ecorregión “Bosques Montanos de Veracruz” (Arriaga 2000, Olson et al. 2001). Dentro de las coordenadas UTM 572661 2261171, 582857 2261149, 572639 2255120, 582880 2255098. Este representa uno de los bosques mesófilos de montaña más conservados en Hidalgo y alberga a las poblaciones de venado temazate menos estudiadas y de distribución más norteña en el país (CONANP 2010).

Posee elevaciones que van de los 200 a 1944 msnm. Presenta una topografía accidentada, con pendientes pronunciadas y escarpadas. Predominan el suelo de tipo regosol: calcárico, dístrico y eútrico (CONABIO 2010).

Se presentan tres zonas climáticas, cálidas, semicálidas y templadas, con un rango de temperatura media anual de 12 a 18° C y un rango de precipitación anual de 1200 a 2000 mm (Villavicencio and Pérez-Escandón 2007).

Se ubica en la región hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, particularmente en la cuenca Tuxpán. Ríos y arroyos de poco cauce corren entre las pronunciadas cañadas y barrancas desembocando en el río Chiflón (CONAGUA 2012).

Las especies vegetales dominantes en la zona de estudio son *Pinus teocote*, *Fagus grandifolia* var. *mexicana*, *Quercus xalapensis*, *Q. sartorii*, *Liquidambar styraciflua*, *Cletra macrophylla*, *Oreopanax xalapensis*, *Cyathea fulva* y *Dicksonia sellowiana* en los fragmentos de bosque y en las zonas abiertas predominan *Alnus acumminata* y *A. jorullensis*.

La zona de estudio tiene una historia de ocupación muy antigua, desde el siglo X por los toltecas (García 2006). Actualmente existen 12 pequeñas comunidades otomíes asentadas en los alrededores del bosque mesófilo (Figura 2d) que van desde 40 hasta 258 habitantes y sus principales actividades económicas son la agricultura y en menor medida la ganadería, lo que ha provocado una pérdida y fragmentación del bosque mesófilo.

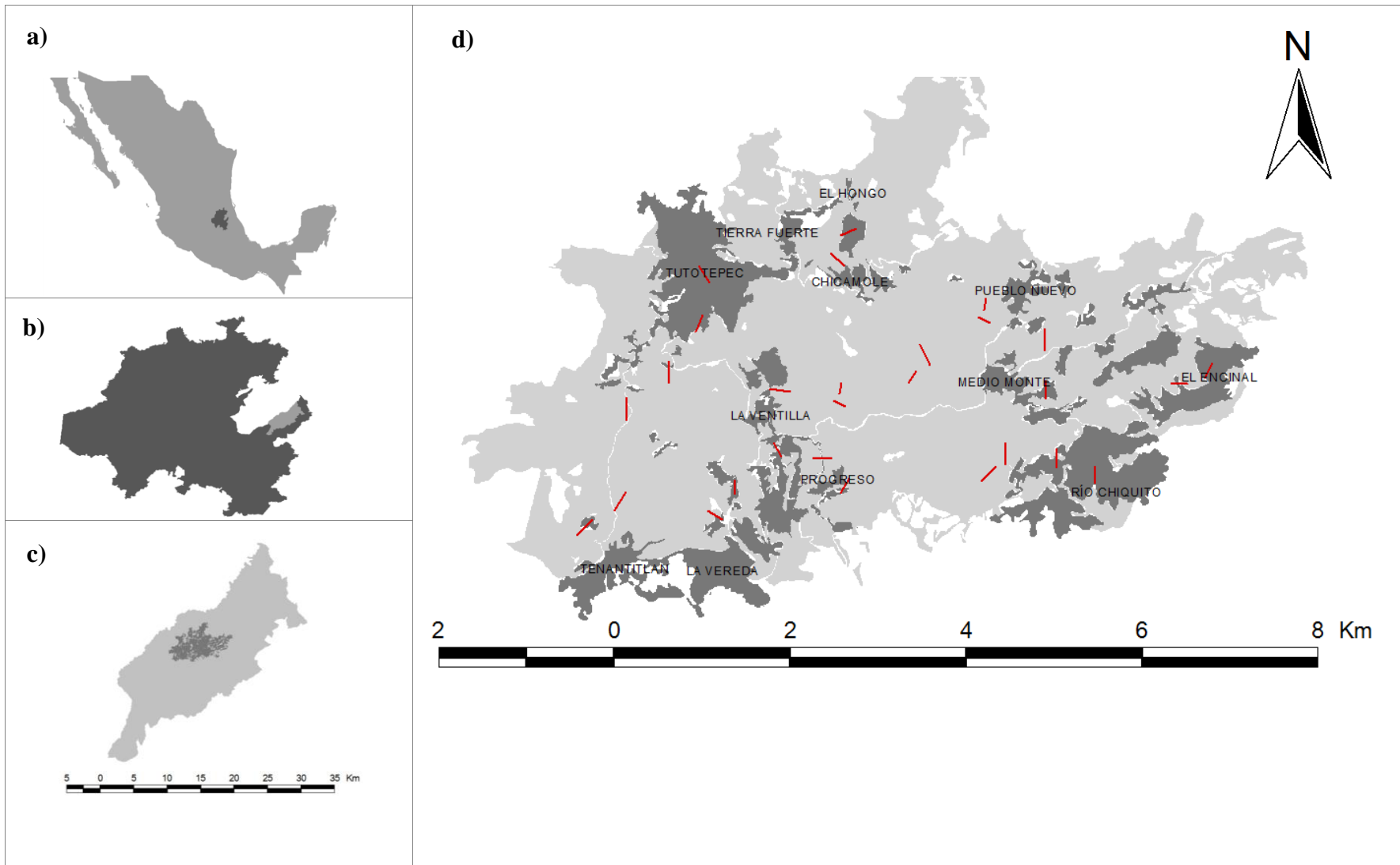


Figura 2. Ubicación geográfica de la zona de estudio en a) México, en el b) Estado de Hidalgo, c) en el municipio de San Bartolo Tutotepec (las partes sombreadas representan el área de estudio). Finalmente la distribución de los fragmentos de bosque en relación a d) las localidades incluidos en el estudio. Las líneas rojas representan los transectos de muestreo.

## **Análisis de la deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo**

Para analizar los cambios en la cobertura y distribución de los fragmentos del bosque mesófilo se usaron imágenes Landsat de los años 1985, 1995, 2000 y 2011 (Cuadro 1). Las imágenes fueron editadas y analizadas con Arc view 3.2 (ESRI 1999). Las imágenes Landsat fueron utilizadas como base para la creación de un nuevo archivo “shape” de dos categorías: 1) la superficie cubierta por bosque y 2) la superficie deforestada (potreros, cultivos y viviendas).

Cuadro 1. Descripción de las imágenes de satélite Landsat utilizadas en el estudio

<b>Sensor</b>	<b>Año</b>	<b>Imagen</b>	<b>Fecha de adquisición</b>	<b>Cobertura de nubes</b>	<b>Resolución espacial</b>
TM	1985	Path 26 Row 46	30 de octubre de 1985	10%	15 m
TM	1995	Path 26 Row 46	12 de febrero de 1995	20%	15 m
TM	2000	Path 26 Row 46	16 de mayo de 2000	0%	15 m
ETM+	2011	Path 26 Row 46	31 de enero 2011	30%	15 m

Se calcularon tasas de deforestación anual para cada periodo (1985-1995, 1995-2000 y 2000-2011) mediante la fórmula de interés compuesto (Puyravaud 2003):

$$P = \frac{100}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Donde:

P= porcentaje de bosque perdido al año

t= tiempo (año)

A= cobertura forestal

Posteriormente se analizaron cambios en la estructura espacial de los fragmentos de bosque, basándonos en las siguientes mediciones: área total (ha), número de fragmentos, área núcleo total (ha; 100 m de profundidad), borde total (m), índice de forma del paisaje, índice de proximidad (50 m de radio) e índice de división (%; Anexo II). El valor de 100 m de profundidad fue tomado en función de la distancia a la cual se adentran los cazadores al interior del bosque desde su borde y se utilizaron 50 m de radio para el índice de proximidad debido a que es una distancia que el temazate puede cruzar de un parche a otro con facilidad. Lo anterior fue calculado con el programa Frag Stats 3.3 (McGarigal et al. 2002).

Para analizar la fluctuación del tamaño poblacional de las comunidades se obtuvo información de los mapas de CONABIO sobre las localidades de la República mexicana de los años 1995, 2000 y 2010 y debido a que no contábamos con este tipo de mapa para el año 1980 se utilizó el censo de población y vivienda de INEGI de este año (INEGI 1980, 2001, 2002, 2010). La tasa de crecimiento poblacional al año 2011 se calculó con datos obtenidos de los registros de las casas de salud de las comunidades de Pueblo Nuevo y Tutotepec (Anexo III). A partir de esta información se generó la tasa de crecimiento poblacional para cada comunidad, para el grupo de comunidades (12) y municipio por periodo de tiempo a través de la siguiente fórmula:

$$r = \sqrt[a]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

Donde:

r= tasa de crecimiento poblacional      P1= población en el tiempo 1

a= número de años del periodo      P2= población en el tiempo 2

Por último se hizo una regresión simple para determinar si la tasa de deforestación se encontraba relacionada con la tasa de crecimiento poblacional. Debido a la falta de datos, esta prueba solo se pudo hacer a nivel de las comunidades de estudio para el periodo 1995-2011, por lo que también se calculó la relación entre la tasa de fragmentación de los bosques y la tasa de crecimiento poblacional a nivel municipal para calcular la relación del periodo 1985-2010. Este análisis estadístico se realizó con el programa Statistica (Stat Soft 2004)

## **Selección de los sitios de muestreo**

A partir de la una imagen satelital pancromática tomada con el sensor Spot 5, con una resolución espacial de 2.5 m (Scene ID: 5 590-309; SPOTIMAGE et al. 2011) se eligieron catorce sitios en radios de 1km, siete de ellos fueron ubicados en zonas con cobertura forestal densa (82-100% del círculo ocupado por bosque) y los siete restantes en zonas con una mayor cantidad de superficie deforestada (30- 80% del círculo ocupado por bosque). Los primeros fueron considerados como sitios conservados y los últimos como perturbados. Particularmente el sitio conservado 5 fue inicialmente considerado como perturbado por su porcentaje de cobertura (71%) pero debido a su composición vegetal en la que predominaban especies que solo se distribuyen en zonas conservadas se decidió incluir entre los conservados. Así mismo, el sitio perturbado 3 fue considerado como conservados por su cobertura (87%) pero al hacer la descripción de la vegetación se observó que en su mayoría estaba compuesta por especies características de ambientes perturbados.

## **Abundancia relativa**

Se utilizó el método de transecto en franja (Neff 1968, Daniel and Frels 1971), estableciendo 14 transectos de 500 m de largo por 1 m de ancho dentro de las circunferencias trazadas (Figura 1d). Debido a la complejidad del terreno cada transecto fue subdividido en dos secciones de 250 m, separados entre sí por una distancia de 100-400 m, las cuales denominamos: A y B.

Dentro de cada transecto rastros como huellas, excretas, echaderos y comederos identificados a partir de la descripción de (Aranda 2000) fueron considerados como evidencia de la presencia del venado temazate (Figura 3). Cada rastro fue geo-referenciado e incorporado a un sistema de información geográfica utilizando el programa Arc view 3.2 y posteriormente llevado a formato .kml con la extensión Shp2kml (ESRI 1999). Se realizaron tres visitas a los transectos durante el periodo abril 2011-marzo 2012. Es importante mencionar que no existen otras especies en la zona con las que podrían confundirse los rastros del venado temazate.

Se calculó un índice de abundancia relativa (IAR) por transecto y por estado de conservación con la siguiente fórmula:

$$\text{IAR} = \frac{\text{número de rastros}}{\text{unidad de muestreo (0.5 km)}}$$

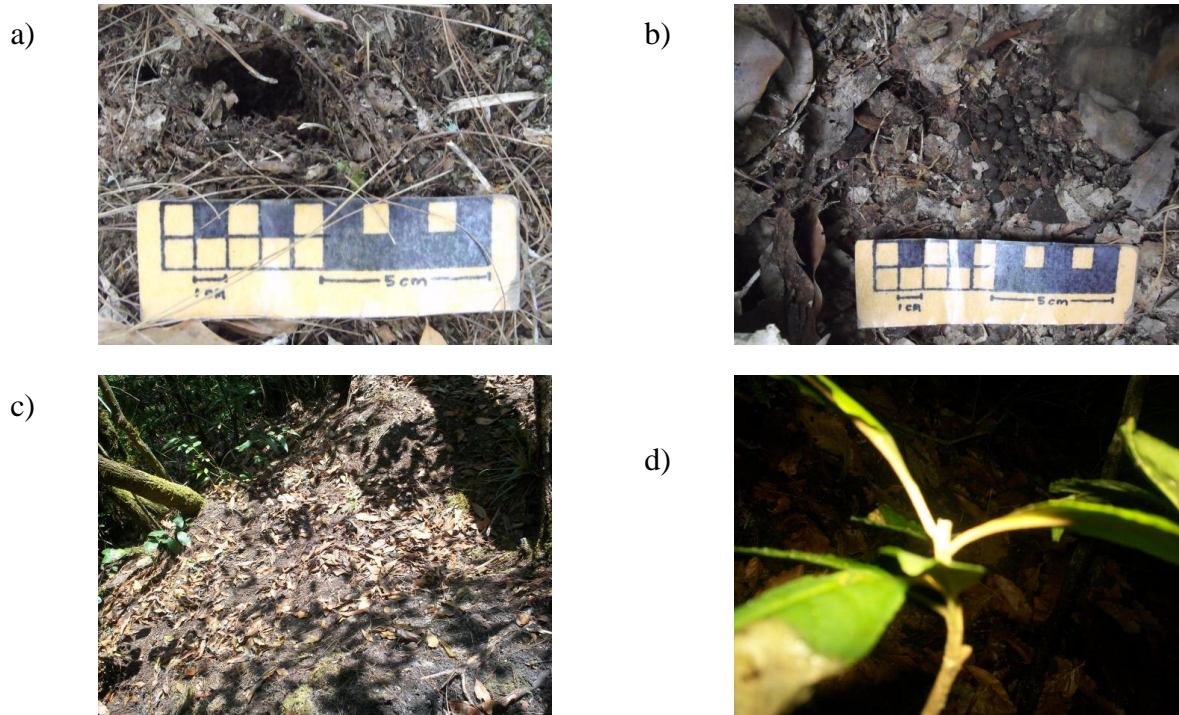


Figura 3. Rastros de la presencia de venado temazate en el área de estudio incluyendo a) huellas, b) excretas, c) echaderos y d) comederos.

### **Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate**

Con el programa Frag Stats se analizó para cada circunferencia las mediciones de: área total (ha), número de fragmentos, área núcleo total (ha; 100 m de profundidad), borde total (m), índice de forma del paisaje, índice de proximidad (50 m de radio) e índice de división (%; ver Anexo II; McGarigal et al. 2002). Todo esto se hizo utilizando un sistema de información geográfica (SIG) con el programa Arc view 3.2 (ESRI 1999).

## **Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa del venado temazate**

Sobre la imagen Spot previamente citada y con ayuda del programa Arc view 3.2 (ESRI 1999) se trazaron buffers de 500 m, 1 km, 2 km y 4 km alrededor de cada uno de los 14 transectos ubicados dentro de las circunferencias en donde se contabilizó el número de viviendas y también se obtuvo la distancia mínima existente entre el transecto y alguna vivienda así como el área de cada una de las comunidades aledañas. Las viviendas se tomaron como indicio de la presencia de cazadores potenciales (número de viviendas/área de la circunferencia correspondiente). Además de esto se tomo en cuenta para el análisis el número de habitantes y número de perros de la comunidad más cercana a cada transecto (Anexo III)

### *Conocimiento tradicional y aprovechamiento del venado temazate por las comunidades*

Se aplicaron al azar entrevistas estandarizadas al 10% de los jefes de familia de las 12 comunidades aledañas al bosque mesófilo de San Bartolo. Dentro de estas entrevistas se incluyeron preguntas como el conocimiento de aspectos ecológicos de la especie, usos y aprovechamiento, técnicas de cacería y acerca de la percepción que tienen los habitantes hacia el venado temazate (Anexo IV).

## **Análisis estadístico**

Se hicieron pruebas de t o U Mann-Whitney, dependiendo de la normalidad de los datos, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las variables de fragmentación en sitios conservados y perturbados.

Se generó una matriz de correlación para determinar cuáles y en qué grado las variables de fragmentación y cacería eran colineales. Cuando una correlación excedía a 0.8 la variable con menor significado biológico fue omitida del modelo. La multi-colinealidad tiene lugar cuando variables diferentes miden de hecho el mismo constructo, lo que implica una correlación muy elevada entre ellas (del orden de .80 o superior).

Para determinar cuáles eran las variables (independientes) de fragmentación (área total, número de fragmentos, área núcleo total, borde total, índice de forma del paisaje, índice de proximidad e índice de división) y presencia humana (número de habitantes, número de perros, distancia mínima a la cual hay una vivienda y número de viviendas dentro de un radio de 250 m, 500 m, 1

km, 2 km y 4 km) que tenían influencia en la abundancia de rastros de venado temazate (variable de respuesta) se hicieron modelos lineales de regresión múltiple (GLMR) con análisis gradual posterior (forward stepwise) para la simplificación del modelo. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa Statistica (Stat Soft 2004)



## **Resultados**

### **Análisis de la deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo**

El área de bosque mesófilo de montaña estimada fue de 2,625.5 ha (58.8% del área de estudio) en 1985, y restan 1480 ha (33.2%) en 2011 (Figuras 4 y 5). La tasa de deforestación anual calculada fue de 2.2 % para el periodo de 1985-2011. Se observó una tasa moderada durante los primeros diez años (1985-1995; 2.46%). La tasa más alta de deforestación fue la de 1995-2000 (3.09%) y la más baja durante los últimos 11 años (2000-2011; 1.56%). El número de fragmentos de bosque se incrementó de 64 en 1985 a 113 en 1995 y a 198 en el año 2000 y disminuyó a 172 en el año 2011. Para el año 1985 el 94% del bosque mesófilo se concentraba en un solo parche de 2,463.7 ha, el cual se dividió en la siguiente década, mediante la presencia de un camino, en dos fragmentos de 918.7 y 462.9 ha y el número de áreas pequeñas (<10 ha) aumentó en un 60% aproximadamente. En los siguientes cinco años el fragmento más grande permaneció aunque con un área más reducida (833 ha) y los dos fragmentos que seguían en tamaño redujeron su área en un 55% y 19%. Para los siguientes 11 años se perdió un 16% de las áreas pequeñas y el fragmento más grande se redujo a la mitad aproximadamente, sin embargo se generaron pequeños corredores que permitieron la conexión de algunos fragmentos. En cuanto al área núcleo disminuyó de 753 ha en 1985 a 650 ha en 1995, 594 ha en el año 2000 y 401 ha en el 2011 (Figuras 4 y 5). Se observó una disminución pronunciada en cuanto a la proximidad entre los fragmentos de bosque desde 1985 hasta 2011 indicando un incremento en la distancia entre los parches (Figura 6a). El borde total disminuyó en un 25% debido a la pérdida de muchos de los fragmentos y la disminución del área de muchos otros (Figura 6b). El aumento en el índice de división responde a la disminución de la proporción de bosque en el paisaje y del aumento de fragmentos pequeños y aislados (Figura 6c). El acrecentamiento en el índice de forma durante los primeros 10 años está dado en función de un incremento en la complejidad del paisaje provocado por la fragmentación de los parches de bosque más grandes. Por otro lado la disminución de este índice durante los últimos años responde a la pérdida de muchos de los fragmentos pequeños, lo que produjo un paisaje con menos elementos y por ende una forma menos complicada (Figura 6d).

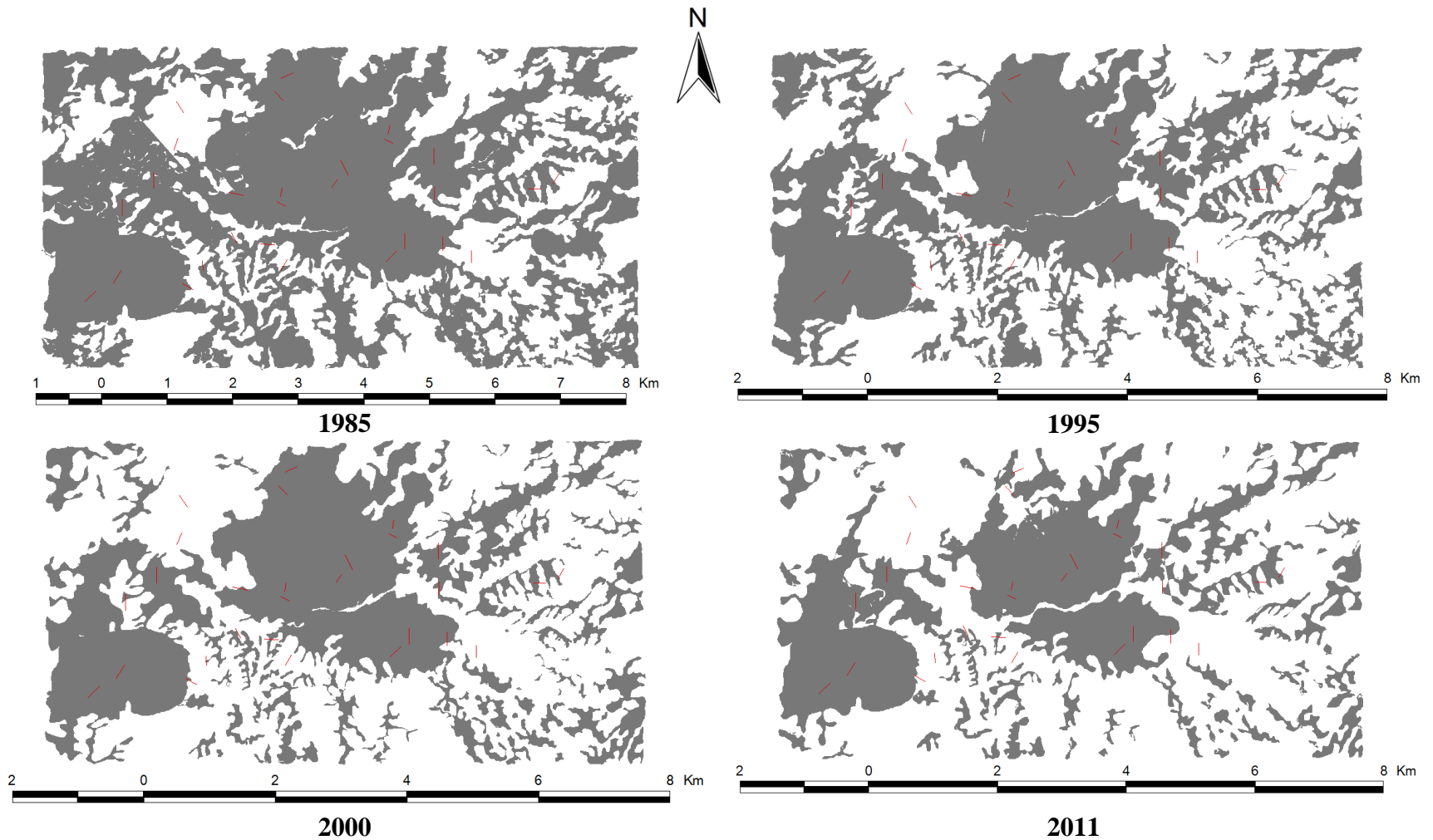


Figura 4. Cobertura de bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec en distintos periodos de tiempo con base en las imágenes satelitales Landsat. Los transectos de muestreo se marcan como líneas rojas.

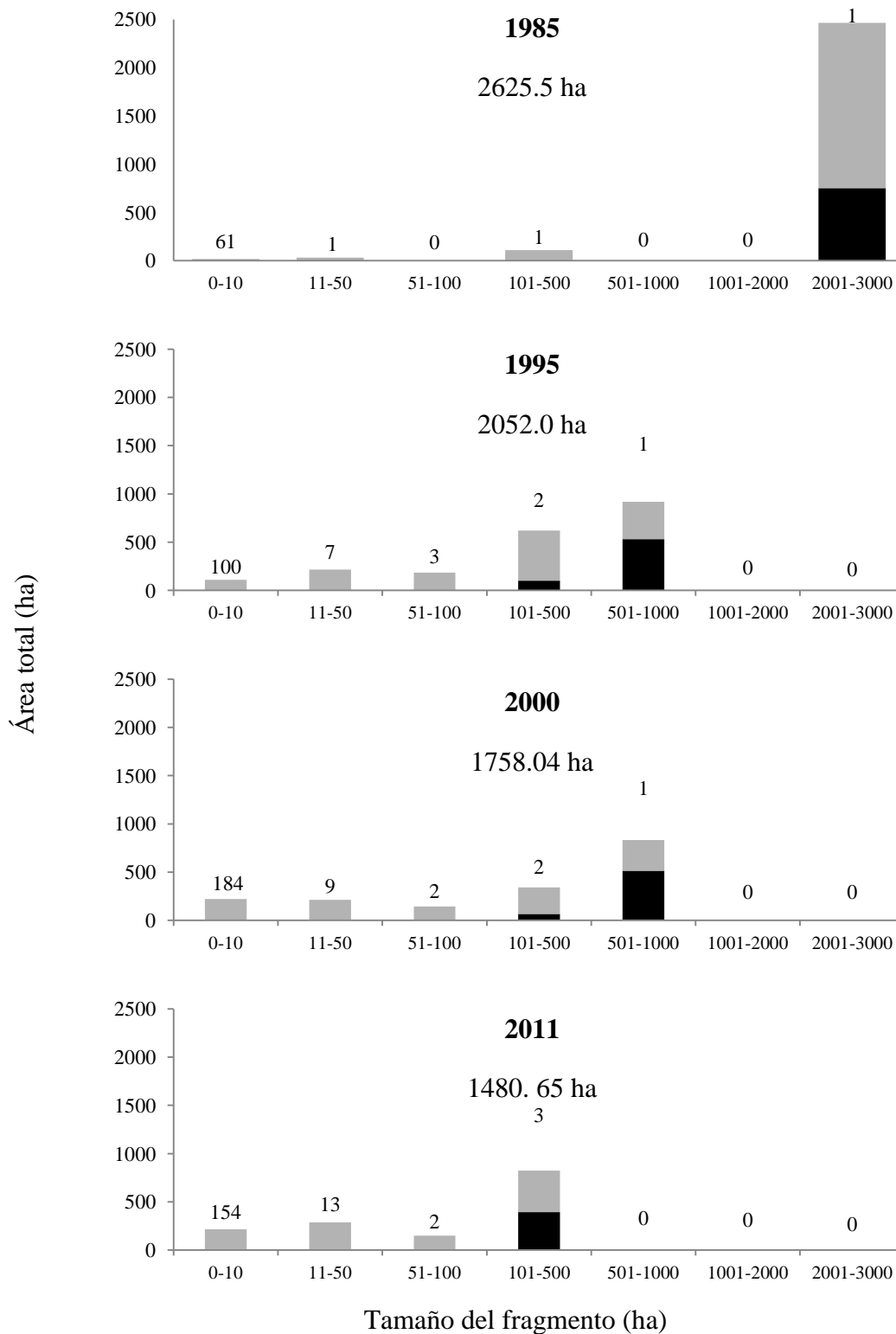


Figura 5. Variación del tamaño de los fragmentos de bosque en diferentes años. Las barras grises representan el área total y las negras el área núcleo. Encima de cada barra se muestra el número de fragmentos pertenecientes a cada clase de tamaño

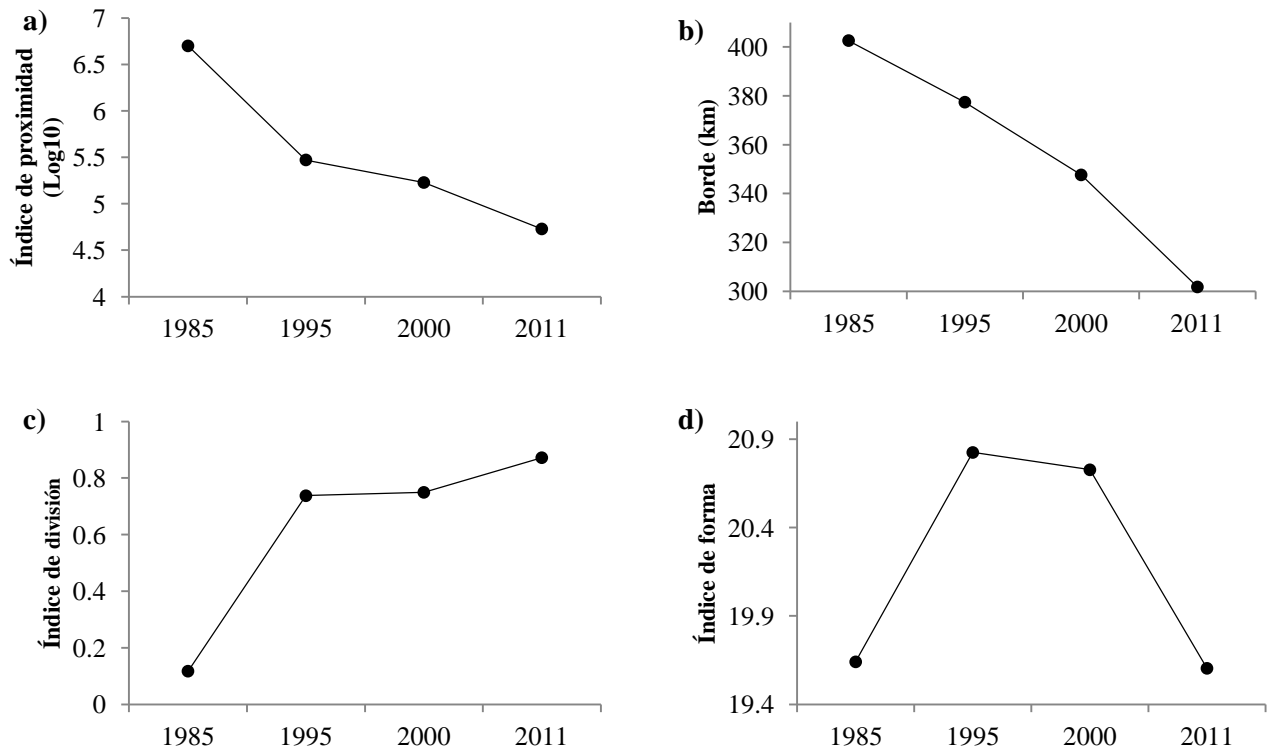


Figura 6. Variación de los parámetros de fragmentación en cuatro diferentes años para la zona de estudio. a) índice de proximidad; b) longitud de borde; c) índice de división

A lo largo del tiempo las 12 comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec han experimentado cambios en su estructura poblacional, obteniendo su mayor tasa de crecimiento en el periodo de 1995-2000 y un decremento en los últimos 11 años, este mismo patrón se observa para todo el municipio de San Bartolo Tutotepec (Cuadro 2).

Cuadro 2. Población total y tasa de crecimiento poblacional (r) por localidad durante el periodo 1980-2011

Localidad	Población total					Tasa de crecimiento poblacional (r)							
	1980	1995	2000	2010	2011	1980-1995	1980-2000	1980-2010	1995-2000	1995-2010	1995-2011	2000-2010	2000-2011
<b>San Bartolo Tutotepec**</b>	11212	14208	18650	18137	*	0.016	0.026	0.016	0.056	0.016	*	-0.003	*
<b>Chicamole</b>	*	266	242	171	161	*	*	*	-0.019	-0.029	-0.031	-0.034	-0.036
<b>Encinal</b>	*	27	118	95	86	*	*	*	0.343	0.087	0.075	-0.021	-0.028
<b>Hongo</b>	*	56	75	58	47	*	*	*	0.060	0.002	-0.011	-0.025	-0.042
<b>Medio Monte</b>	*	70	59	69	69	*	*	*	-0.034	-0.001	-0.001	0.016	0.014
<b>Progreso</b>	*	40	61	64	54	*	*	*	0.088	0.032	0.019	0.005	-0.011
<b>Rio Chiquito</b>	*	167	204	152	230	*	*	*	0.041	-0.006	0.020	-0.029	0.011
<b>Tenantitlan</b>	*	175	124	111	92	*	*	*	-0.067	-0.030	-0.039	-0.011	-0.027
<b>Tierra Fuerte</b>	*	119	133	103	104	*	*	*	0.022	-0.010	-0.008	-0.025	-0.022
<b>Vereda</b>	*	20	260	153	214	*	*	*	0.670	0.145	0.160	-0.052	-0.018
<b>Pueblo Nuevo</b>	*	191	188	148	136	*	*	*	-0.003	-0.017	-0.021	-0.024	-0.029
<b>Tutotepec</b>	*	150	230	240	258	*	*	*	0.089	0.032	0.034	0.004	0.010
<b>Ventilla</b>	*	16	27	40	40	*	*	*	0.110	0.063	0.059	0.040	0.036
<b>Total Comunidades</b>	*	1297	1721	1404	1491	*	*	*	0.058	0.005	0.009	-0.020	-0.013

\*sin datos \*\*Municipio

La tasa de deforestación durante el periodo 1985-2010 se encuentra fuertemente relacionada con la tasa de crecimiento poblacional del municipio de San Bartolo ( $r=0.93$ ,  $p=0.007$ ) y con el de las comunidades aledañas al bosque mesófilo ( $r= 0.99$ ,  $p=0.006$ ) en el periodo 1995-2011.

### Abundancia relativa

Se observó un total de 352 rastros de venado temazate con un esfuerzo de muestreo de 21 km lineales con la gran mayoría siendo huellas. El índice de abundancia relativa promedio fue de 0.011 rastros/km (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de rastros y abundancia relativa (rastros/km) de venado temazate en cada transecto.

Transecto	Hu	Ex	Ec	Co	Total	rastros/transecto	rastros/km
C1	27	2	1	0	30	0.020	0.0133
C2	46	0	0	1	47	0.031	0.0209
C3	45	0	0	0	45	0.030	0.0200
C4	112	1	0	1	114	0.076	0.0507
C5	17	0	0	0	17	0.011	0.0076
C6	31	0	0	0	31	0.021	0.0138
C7	43	0	0	0	43	0.029	0.0191
P1	4	0	0	0	4	0.003	0.0018
P2	7	0	0	0	7	0.005	0.0031
P3	2	0	0	0	2	0.001	0.0009
P4	2	0	0	0	2	0.001	0.0009
P5	9	0	0	0	9	0.006	0.0040
P6	1	0	0	0	1	0.001	0.0004
P7	0	0	0	0	0	0.000	0.0000
				<b>TOTAL</b>	<b>352</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.011</b>

C= sitios conservados; P= sitios perturbados; Hu= huellas; Ex= excretas; Ec=echaderos; Co=comederos

## Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate

Los valores de fragmentación de los sitios de muestreo exhibieron diferencias estadísticamente significativas entre sitios conservados y perturbados: área total ( $t= 3.194$ , g.l.= 12,  $p=0.008$ ); número de fragmentos ( $U= 33.5$ , g.l.= 12,  $p=0.01$ ); área núcleo ( $t= 3.74$ , g.l.= 12,  $p= 0.003$ ); borde total ( $t= -4.07$ , g.l.= 12,  $p= 0.002$ ); índice de forma ( $t= -3.93$ , g.l.=12,  $p= 0.002$ ); proximidad ( $U= 7$ , g.l.=12,  $p=0.026$ ) y división ( $t= -2.36$ , g.l.=12,  $p= 0.036$  ; Figura 7, Cuadro 4).

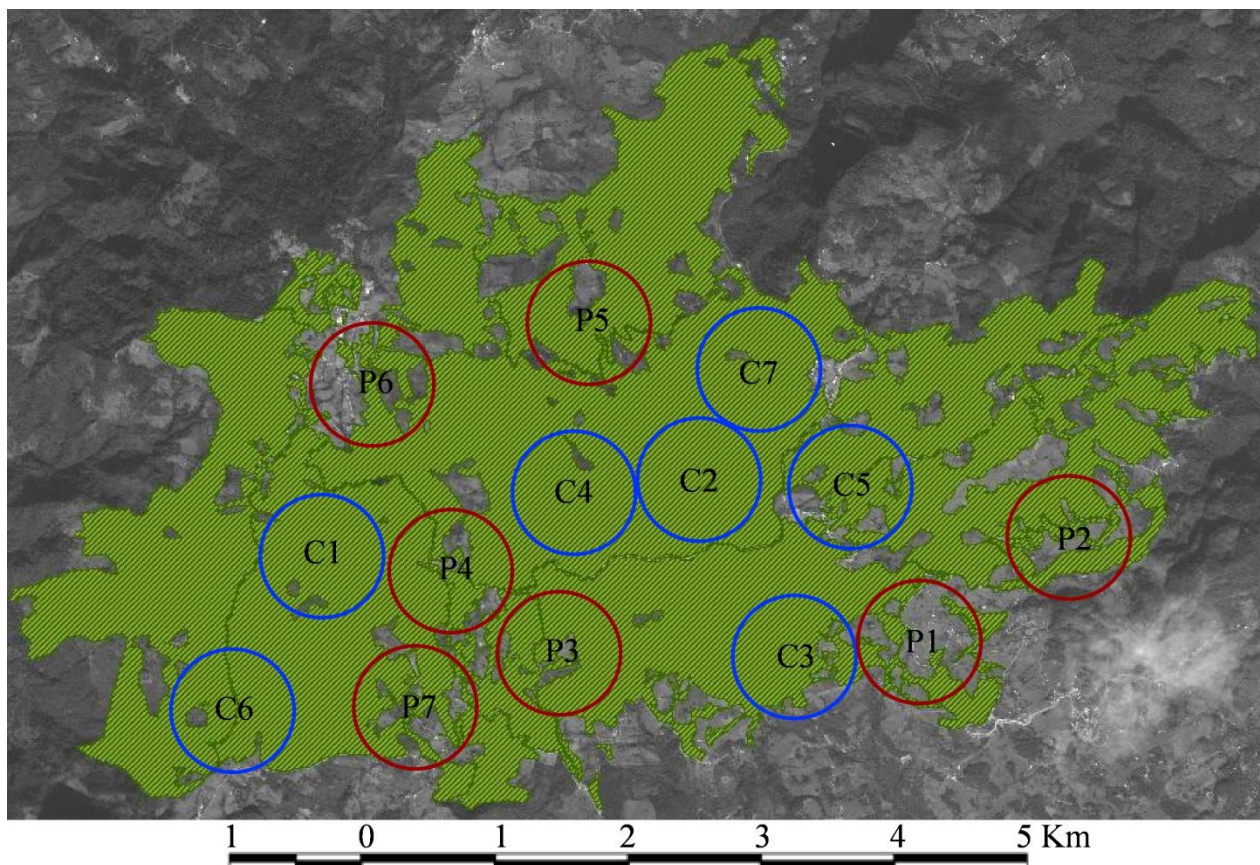


Figura 7. Distribución de las circunferencias de zonas conservadas (C1-7; rojo) y perturbadas (P1-7; azul). El área sombreada representa la cobertura de bosque mesófilo de montaña.

Cuadro 4. Parámetros de fragmentación de hábitat para cada transecto

Sitio	Área total (ha)	No. Fragmentos	Área núcleo	Borde total	Índice de forma	Proximidad	División
C1	76.12 (96*)	1	41.93	5251.20	1.52	N/A	0.00
C2	78.71 (100*)	1	50.41	3957.20	1.13	N/A	0.00
C3	64.57 (82*)	1	29.14	7630.20	2.39	N/A	0.00
C4	76.57 (97*)	2	44.55	5415.20	1.56	6292.83	0.03
C5	56.30(71*)	6	3.71	13426.60	4.49	67142.72	0.56
C6	69.36 (88*)	2	13.93	8089.80	2.44	44237.50	0.50
C7	75.09 (95*)	1	37.20	5053.60	1.46	N/A	0.00
P1	28.56 (36*)	6	0.01	14504.60	6.80	1773.92	0.39
P2	48.10 (61*)	5	1.77	13808.60	4.99	8932.67	0.59
P3	69.21 (87*)	4	16.90	10350.80	3.12	7130.16	0.39
P4	64.29 (81*)	8	10.88	11860.20	3.71	231310.35	0.62
P5	59.17(75*)	4	8.68	11624.80	3.78	24196.54	0.40
P6	35.46 (45*)	4	0.76	11270.20	4.75	512.62	0.13
P7	48.62 (61*)	5	0.83	15494.40	5.57	23206.37	0.45

C= conservado; P= perturbado; N/A= no aplica \*porcentaje de cobertura forestal ocupada en el la circunferencia

Debido a la alta colinealidad entre las variables de fragmentación solo se ocuparon las de área núcleo y proximidad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Matriz de correlación entre las variables de fragmentación

	AT	NF	AN	BT	IF	P	D
AT	1.00	<b>-0.63</b>	<b>0.85</b>	<b>-0.82</b>	<b>-0.94</b>	<b>0.60</b>	-0.44
NF	<b>-0.63</b>	1.00	<b>-0.80</b>	<b>0.85</b>	<b>0.79</b>	<b>-0.60</b>	<b>0.83</b>
AN	<b>0.85</b>	<b>-0.80</b>	1.00	<b>-0.95</b>	<b>-0.92</b>	<b>0.73</b>	<b>-0.80</b>
BT	<b>-0.82</b>	<b>0.85</b>	<b>-0.95</b>	1.00	<b>0.96</b>	<b>-0.70</b>	<b>0.79</b>
IF	<b>-0.94</b>	<b>0.79</b>	<b>-0.92</b>	<b>0.96</b>	1.00	<b>-0.68</b>	<b>0.66</b>
P	<b>0.60</b>	<b>-0.60</b>	<b>0.73</b>	<b>-0.70</b>	<b>-0.68</b>	1.00	<b>-0.65</b>
D	-0.44	<b>0.83</b>	<b>-0.80</b>	<b>0.79</b>	<b>0.66</b>	<b>-0.65</b>	1.00

AT= área total; F= número de fragmentos; AN= área núcleo; BT= borde total; IF= Índice de forma; P= proximidad; D= división



Mediante el análisis general de regresión múltiple utilizando el análisis gradual se encontró que la abundancia de rastros puede explicarse en un 70% con el modelo área núcleo ( $r=0.77$ ,  $p=0.0012$ ) + proximidad ( $r= 0.28$ ,  $p= 0.03$ ; Figura 8).

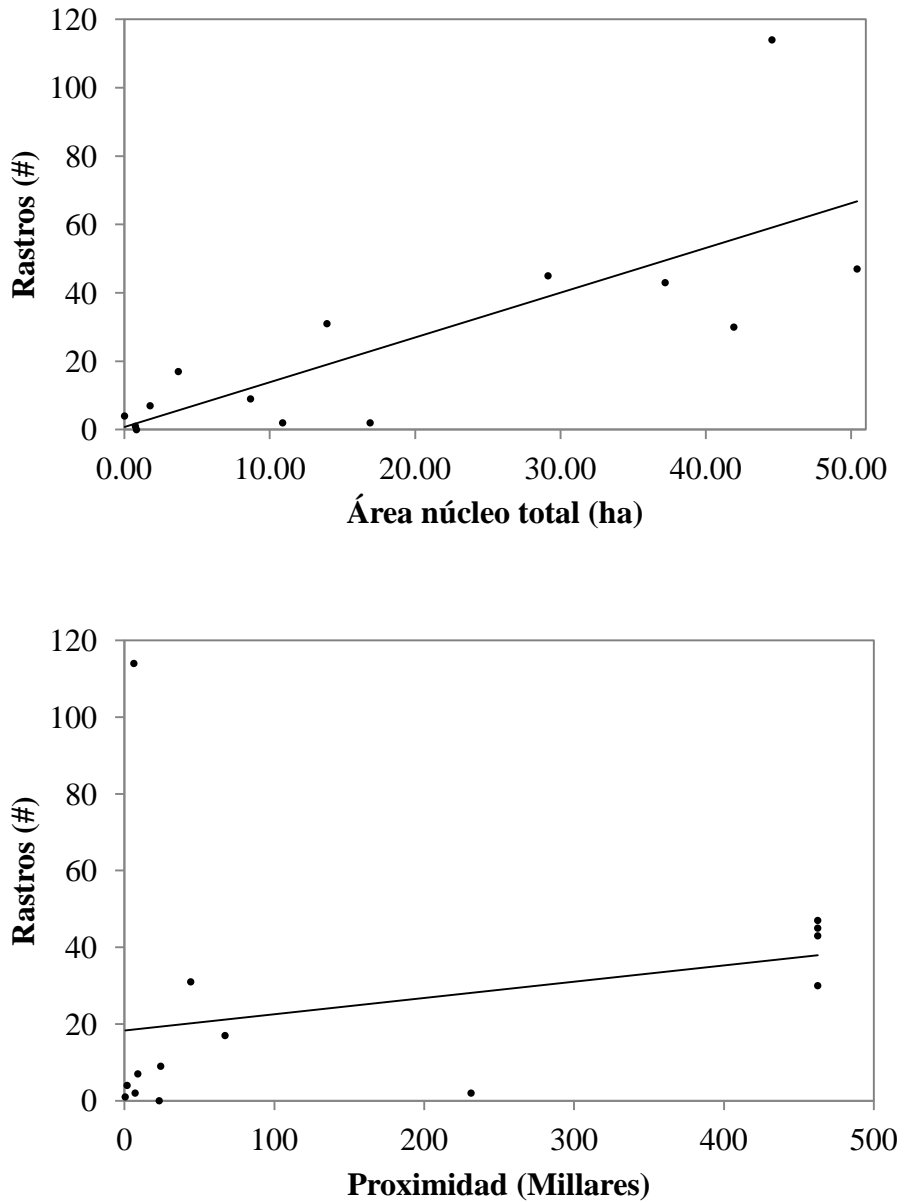


Figura 8. Gráfico de regresión de la abundancia de rastros con las variables del modelo predictivo área núcleo + proximidad

### **Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa del venado temazate**

Las comunidades con mayor número de habitantes fueron las que poseen un mayor número de perros (Tutotepec, La Vereda y Rio chiquito). Por otro lado, la distancia mínima exhibida entre los sitios conservados y cualquier comunidad fue de 0.11 km, mientras que los sitios perturbados se encontraron siempre dentro de una comunidad, es decir a una distancia de 0 km (Cuadro 6).

Cuadro 6. Descripción de las comunidades aledañas al bosque mesófilo de San Bartolo Tutotepec

Comunidad	No. perros	Área (ha)	Distancia (km)													
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Río chiquito	75	118.15	4.03	1.48	<b>0.16</b>	2.21	1.08	4.34	1.89	<b>0.00</b>	0.61	2.04	2.79	3.17	3.88	3.02
Medio monte	20	34.12	3.68	0.49	1.02	1.48	<b>0.18</b>	4.17	0.64	0.34	0.92	3.00	3.40	3.30	4.48	4.05
Tenantitlán	46	87.02	0.70	2.35	2.04	1.42	3.66	0.90	3.74	4.25	5.59	0.64	0.46	2.53	1.64	<b>0.00</b>
La ventilla	15	29.37	1.03	1.41	2.21	<b>0.70</b>	2.89	1.67	2.06	3.06	4.45	0.88	<b>0.00</b>	1.07	0.55	0.49
El encinal	14	77.54	5.78	2.63	1.43	3.44	0.67	5.37	1.42	0.84	<b>0.00</b>	3.53	3.94	3.34	4.76	4.23
La vereda	70	46.36	1.28	3.52	3.94	2.70	4.97	<b>0.53</b>	4.52	5.00	6.33	2.41	1.92	3.81	2.41	1.10
Pueblo nuevo	55	21.38	4.01	1.07	1.67	2.06	0.42	4.93	<b>0.61</b>	1.91	2.17	2.70	2.85	1.96	3.59	3.78
Progreso	17	14.47	1.63	1.50	1.57	0.77	2.46	1.77	2.08	2.53	3.81	<b>0.00</b>	0.19	2.21	1.75	0.56
Tutotepec	129	144.26	<b>0.52</b>	1.98	3.33	1.36	3.48	2.29	2.60	4.03	4.95	1.74	0.86	1.30	<b>0.00</b>	1.80
Chicamole	33	12.99	2.30	<b>0.11</b>	2.74	1.02	1.78	3.25	0.84	2.79	3.25	2.01	1.35	<b>0.00</b>	1.47	2.56
Tierra fuerte	35	11.80	2.00	1.87	3.46	1.56	3.06	3.23	2.16	3.89	4.59	2.29	1.53	0.47	1.20	2.63
El hongo	73	10.71	2.28	1.45	3.12	1.37	2.58	3.42	1.67	3.49	4.09	2.16	1.56	<b>0.00</b>	1.59	2.78

La distancia mínima de cualquier vivienda a los transectos varió de 99 a 884 m, la mayoría de las viviendas se sitúa a partir de un radio de 1000 m, solo en algunos casos se observan viviendas a un radio menor (cuadro 7).

Cuadro 7. Distancia mínima a la cual se encuentra alguna vivienda y número de viviendas en cada una de las circunferencias alrededor de los transectos

Transecto	Distancia mínima	circunferencias (Km)				
		0.25	0.5	1	2	4
C1	500.28	0	0	21	99	408
C2	830.2	0	0	5	68	467
C3	417.4	0	4	25	124	617
C4	884.4	0	0	3	68	413
C5	311.1	0	5	29	116	552
C6	417.4	0	3	10	92	443
C7	362.8	0	11	28	68	499
P1	99.6	7	25	59	162	1029
P2	248.9	1	6	24	174	994
P3	211.2	2	3	26	75	425
P4	401.3	0	2	11	110	340
P5	194.1	1	3	15	80	428
P6	204.2	6	24	61	111	333
P7	175.2	4	19	54	86	356

De acuerdo a la matriz de correlación (Cuadro 8), los buffer de 1 km y 0.5 km son variables colineales, por lo que se tomo en cuenta solo el primero para el modelo lineal de regresión múltiple.

De acuerdo a la matriz de correlación (Cuadro 8), el número de habitantes y número de perros son variables colineales y esta última lo es también con el área de la comunidad, de igual forma los buffer de 2 y 4 km y los de 1 y 0.5 km, por lo que para realizar el GLRM se eliminaron las variables de número de perros, y los buffer de 2 y 0.5 km.

Cuadro 8. Matriz de correlación de las variables de presencia humana

	Buffer (km)							
	NH	NP	AC	4	2	1	0.5	DMV
NH	1.00	<b>0.89</b>	<b>0.69</b>	0.12	0.20	0.34	0.33	-0.14
NP	<b>0.89</b>	1.00	<b>0.81</b>	-0.10	0.11	0.47	0.41	-0.16
AC	<b>0.69</b>	<b>0.81</b>	1.00	0.24	<b>0.54</b>	<b>0.63</b>	0.53	-0.30
4	0.12	-0.10	0.24	1.00	<b>0.81</b>	0.25	0.27	-0.30
2	0.20	0.11	<b>0.54</b>	<b>0.81</b>	1.00	0.41	0.37	-0.47
1	0.34	0.47	<b>0.63</b>	0.25	0.41	1.00	<b>0.95</b>	<b>-0.72</b>
0.5	0.33	0.41	0.53	0.27	0.37	<b>0.95</b>	1.00	<b>-0.63</b>
DMV	-0.14	-0.16	-0.30	-0.30	-0.47	<b>-0.72</b>	<b>-0.63</b>	1.00

NH= número de habitantes; NP= número de perros; AC= área de la comunidad; DMV= distancia mínima a casas; correlaciones marcadas en negrita  $p < 0.05$ ; correlaciones marcadas en rojo  $> 0.80$

El modelo general de regresión múltiple con análisis gradual (stepwise) nos muestra que la abundancia de rastros se puede explicar en un 72% por la distancia mínima a cualquier vivienda ( $r=0.85$ ,  $F= 32.2$ ,  $p=0.0001$ ) sin importar la abundancia de viviendas en los distintos buffers probados ni las otras variables: número de habitantes y área de la comunidad.

No existe colinealidad entre las variables de fragmentación y presencia humana (Cuadro 9) por lo que todas las variables fueron integradas al modelo.

Cuadro 9. Matriz de correlación entre las variables de fragmentación y cacería

	Fragmentación		Presencia humana				
	AN	P	NH	AC	Buffer (km)		DMV
					4	1	
AN	1.00	<b>0.72</b>	0.06	-0.22	-0.29	<b>-0.62</b>	<b>0.85</b>
P	<b>0.72</b>	1.00	0.30	0.06	-0.15	-0.32	0.44
NH	0.06	0.30	1.00	<b>0.69</b>	0.12	0.34	-0.14
AC	-0.22	0.06	<b>0.69</b>	1.00	0.24	0.63	-0.30
4	-0.29	-0.15	0.12	0.24	1.00	0.25	-0.30
1	<b>-0.62</b>	-0.32	0.34	<b>0.63</b>	0.25	1.00	<b>-0.72</b>
DMV	<b>0.85</b>	0.44	-0.14	-0.30	-0.30	-0.72	1.00

AN= área núcleo; P= proximidad; NH= número de habitantes; AC= área de la comunidad; DMV= distancia mínima a cualquier vivienda; correlaciones marcadas en negrita  $p < 0.05$ ; correlaciones marcadas en rojo  $> 0.80$

El modelo general de regresión múltiple con análisis gradual (stepwise) de las variables de fragmentación y presencia humana nos muestra que la abundancia de rastros se puede explicar en un 72% por la distancia mínima a cualquier vivienda ( $r=0.85$ ,  $F= 32.1$ ,  $P= 0.0001$ ; Fig. 9)

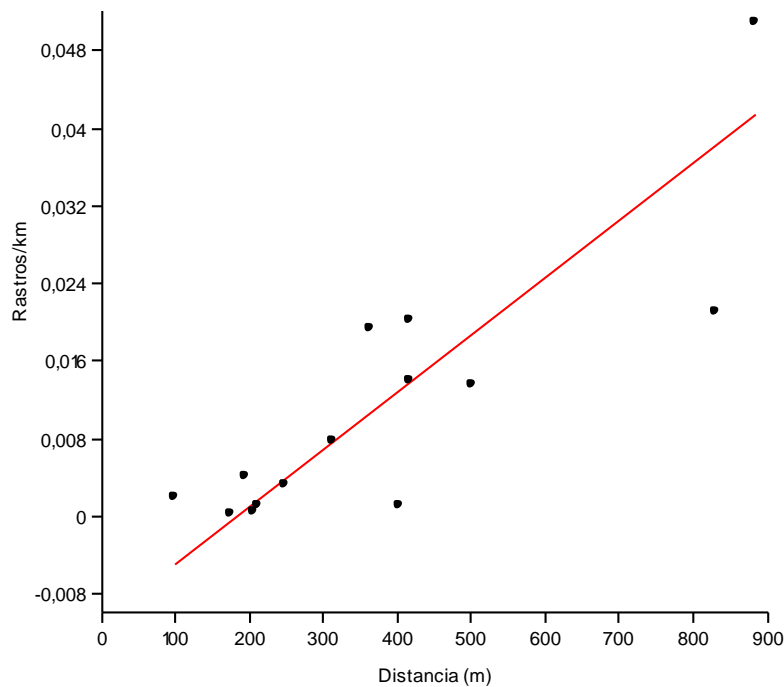


Figura 9. Relación entre la abundancia relativa del venado temazate y la distancia mínima a viviendas

## Conocimiento tradicional y aprovechamiento del venado temazate por las comunidades

### Ecología.

Los pobladores poseen un amplio conocimiento sobre la ecología del venado desde el más joven (15 años) hasta el más viejo (81 años). El 100% de los entrevistados conocen al temazate, el 35.13% de éstos lo han visto con crías (una a dos crías). Los avistamientos han sido dentro del bosque mesófilo de montaña, o en los “pezmales” (comunidades vegetales dominados por *Lophosoria quadripinata*, un helecho invasor de zonas perturbadas o potreros en desuso) que los protegen de ser vistos. Mencionan que se pueden observar con mayor frecuencia durante el mes de Mayo (63.63% de los entrevistados) y con menor frecuencia en los meses de Enero, Julio y Agosto (Fig. 10).

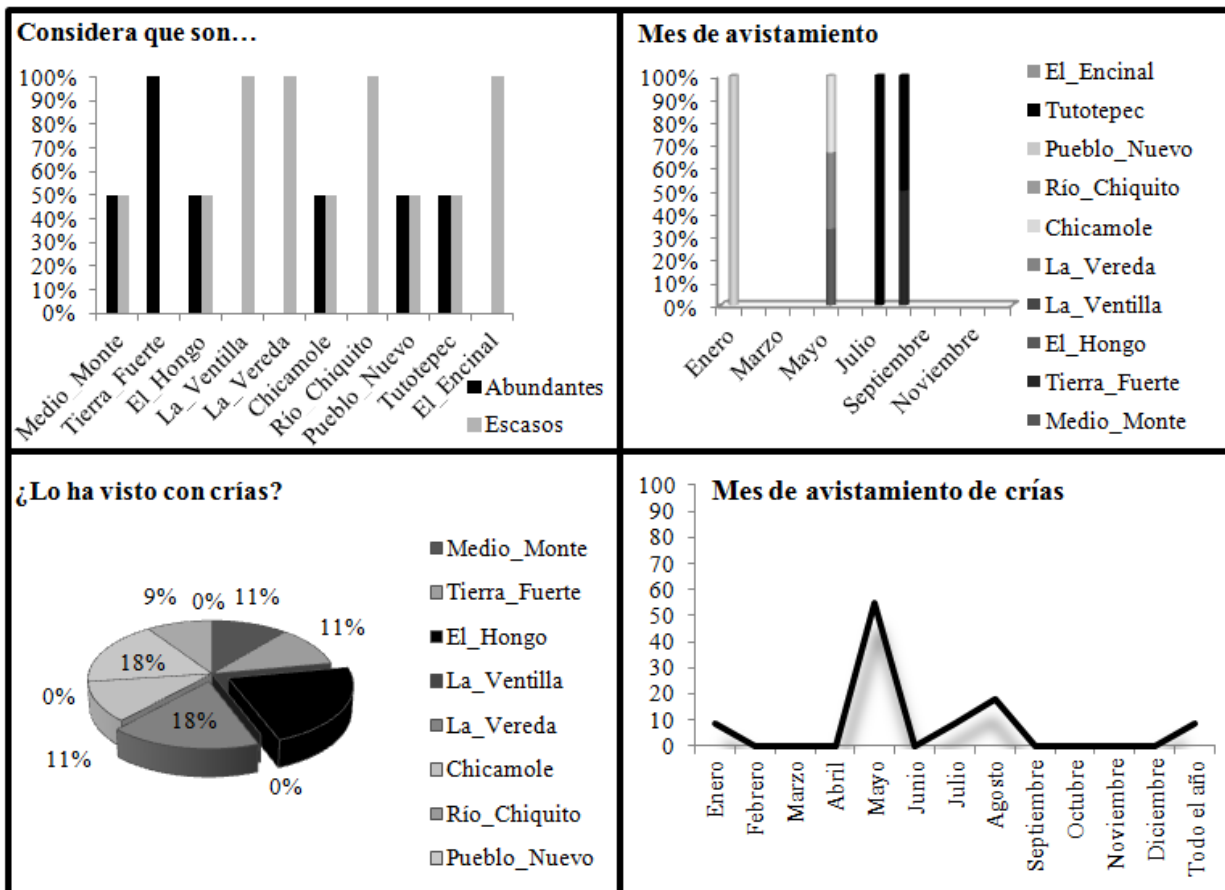


Figura 10. Conocimiento sobre la ecología del venado temazate por parte de los habitantes de las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo

## *Cacería*

Cada comunidad se dedica a actividades como la agricultura, artesanías, comercio, bordado de “Tenangos” que son una técnica de bordado tradicional de los otomíes. No obstante, el 14.70% de los entrevistados se dedican a la cacería del temazate como forma de subsistencia, para obtener dinero o bien como entretenimiento, sin embargo este tipo de actividad no es muy frecuente o la mantienen de manera encubierta debido a que conocen de su prohibición. La mayoría de la gente que caza, lo hace cerca de su comunidad y muy pocos se alejan o visitan otras comunidades para hacerlo. Mencionan que hoy en día dedican más tiempo para encontrar y cazar al temazate que hace algunos años y la época que es mejor para cazar es de mayo-agosto, que es la época de lluvias. La forma en que realizan la caza del temazate es utilizando escopeta o carabina y la mayoría de las veces con la ayuda de perros (58.33%). También se detectó que algunos pobladores (38%) cazan al temazate porque se alimenta de los renuevos de las cosechas (cacahuate, chile, maíz y frijol principalmente). En las comunidades de Tutotepec, La Vereda y Chicamole, los entrevistados mencionaron que existen cazadores foráneos provenientes de Tutotepec, Tulancingo y Veracruz (Figura 11).



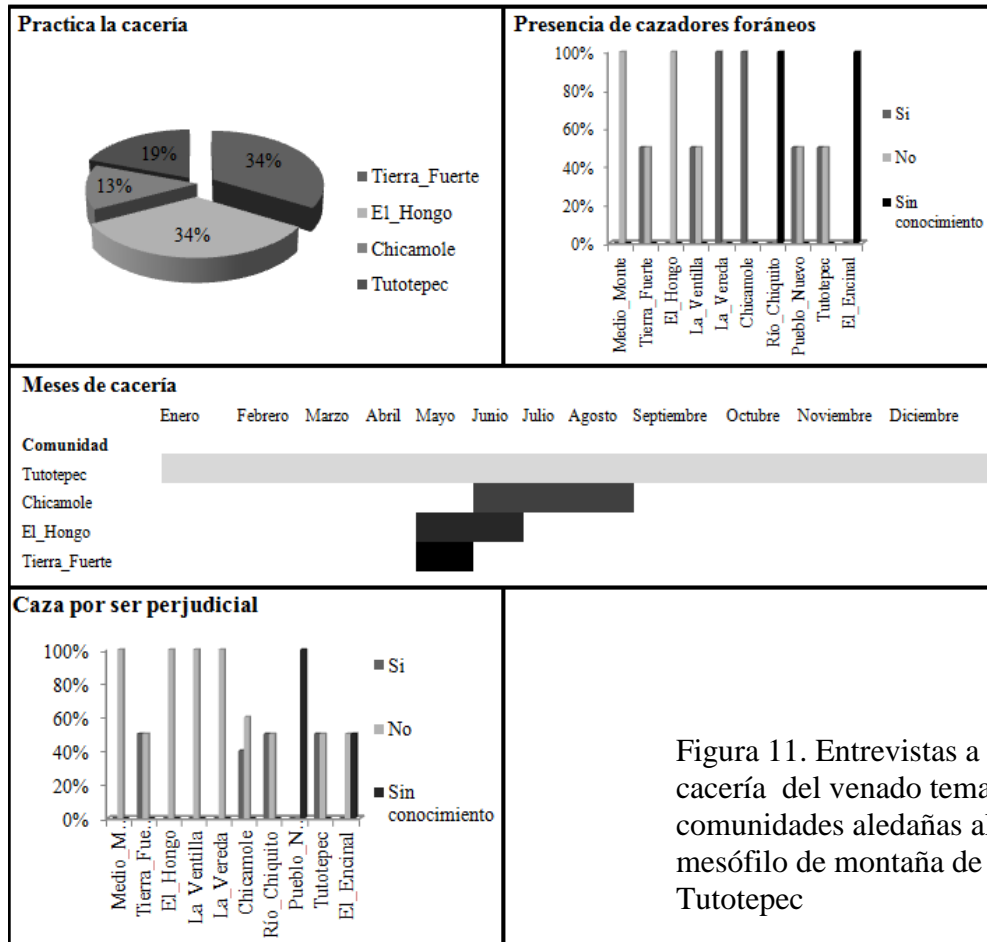


Figura 11. Entrevistas a cerca de la cacería del venado temazate en las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec

### Usos

El 100% de los entrevistados usan al venado temazate como alimento, (un animal puede llegar a pesar de 25-40 kg) más del 95% de los pobladores entrevistados, lo han consumido alguna vez, preparado en mole, bisteces, carne asada, barbacoa, carne seca o enchilado. Sólo el 42.1% de los entrevistados lo ha consumido porque se lo han regalado y el porcentaje restante lo ha obtenido mediante la caza. Por otro lado, también se usan las pezuñas y las astas como artesanías y algunos mencionaron la utilidad de la sangre del temazate en el tratamiento de algunas enfermedades reumáticas. Debido a que la carne del temazate es muy apreciada, algunos de los entrevistados (26%) mencionaron que han intentado criarlo bajo cautiverio o semicautiverio para consumo y/o venta, alimentándolo con leche de vaca o de chiva y chayote principalmente. Sin embargo, no

han logrado reproducirlo, salvo un informante que mencionó que dejaba al temazate irse al bosque y se alimentaba de las plantas del “monte”, teniéndolo como mascota (Figura12).

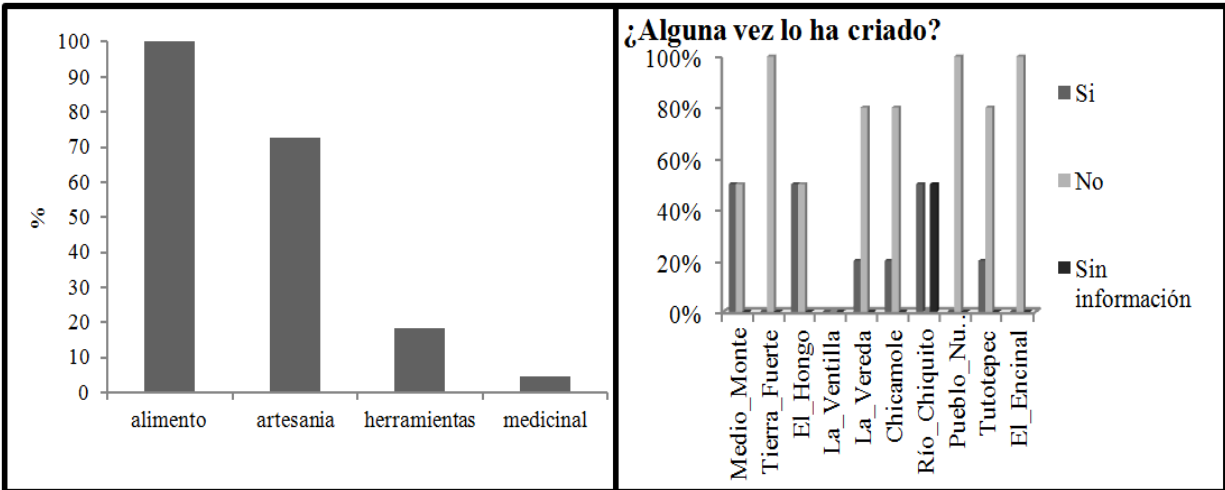


Figura 12. Usos del venado temazate en las comunidades aledañas al bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo.

## **Discusión**

### **Deforestación y patrón de fragmentación del hábitat del venado temazate a lo largo del tiempo**

El acelerado crecimiento poblacional ha sido y seguirá siendo durante las siguientes décadas la mayor causa de la pérdida y fragmentación del hábitat en el mundo puesto que para satisfacer las necesidades de energía de la población humana, la mayoría de los bosques y selvas han sido transformados a campos agrícolas y potreros, y es este el factor más importante en la pérdida de la biodiversidad (Sala et al. 2000, Tilman et al. 2001). Y así ocurre, aunque en menor escala, en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec. Aunque históricamente estos bosques estuvieron habitados por indígenas otomí-tepehuas, actualmente la mayoría de las comunidades siguen costumbres mestizas muy arraigadas como la agricultura y ganadería extensiva lo cual provoca una gran transformación en el paisaje (Escamilla et al. 2000). En otros lugares de México se ha observado que las comunidades indígenas conservan mejor sus bosques debido a que hacen un uso diversificado y equilibrado de sus recursos a diferencia de las comunidades mestizas (Escamilla et al. 2000). El decremento de la población en los últimos años, probablemente ligado a la alta emigración hacia otros municipios del estado e incluso a otros países, principalmente Estados Unidos, influyó en la disminución de la tala del bosque (Hidalgo 2006). Sin embargo mucho del hábitat original del temazate se ha ido perdiendo a lo largo del tiempo.

### **Efecto de la fragmentación del hábitat en la abundancia relativa de venado temazate**

Los principales atributos relacionados con la abundancia de venado temazate fueron el área núcleo de bosque y la proximidad entre los fragmentos, ésto nos habla de la afinidad del temazate por zonas arboladas. En otros estudios se ha observado que mantener el hábitat dominado por árboles maduros y una cobertura de dosel cerrada redundó en una mayor abundancia de venado temazate (Escamilla et al. 2000). Incluso en zonas con cierto grado de fragmentación el temazate es capaz de sobrevivir utilizando pequeños remanentes de bosques en forma de franjas riparias que cruzan el paisaje (Daily et al. 2003).

Diferentes autores han evaluado los efectos de la fragmentación y pérdida del hábitat en la abundancia de *M. temama* obteniendo resultados contrastantes. Por un lado, en la Reserva de la Biósfera de Calakmul se ha observado que el temazate se comporta como un especialista exhibiendo fuertes preferencias de hábitat y alimentación por el bosque tropical primario y evitando las zonas deforestadas y los cultivos (Escamilla et al. 2000, Weber 2005, 2008). Esto probablemente se deba a que en esta zona el temazate es altamente frugívoro (80% de su dieta durante todo el año) y 75% de su dieta se basa en solo dos especies de árboles característicos de la selva alta (Weber 2005). Se ha comprobado que la reducción de la cobertura forestal se traduce en la reducción de los recursos, al menos para las especies frugívoras (Wright et al. 1999, Urquiza-Haas et al. 2010). Por otro lado, en la península de Yucatán y en el norte de Guatemala *M. temama* no presenta patrones de ocupación asociada con la pérdida o fragmentación del hábitat, inclusive es considerada como una especie resiliente a la reducción de la cobertura forestal (Urquiza-Haas et al. 2010, Thorton et al. 2011). No obstante, nuestros resultados muestran que en este sitio el temazate se comporta como dependiente del bosque.

## **Efecto de la presencia humana en la abundancia relativa de venado temazate**

### **Efecto de los asentamientos humanos**

La abundancia y distribución del venado temazate se ve afectada por la presencia de asentamientos humanos, sin importar el tamaño o el número de habitantes lo más importante es la distancia a la cual se sitúa la vivienda más cercana al transecto. Lo anterior sugiere que el temazate es una especie sensible a la presencia humana. En este estudio las viviendas se tomaron como fuente potencial de cacería, ya que la gente que caza en esta zona lo hace de manera oportunista, es decir sólo si el venado se acerca demasiado a sus terrenos.

Se ha observado que el temazate se ve atraído por los árboles frutales, pastos y cultivos que están cerca de zonas arboladas y de difícil acceso (Mendez y Bello 2005, Naranjo y Bodmer 2007) pues le proveen alimento suplementario, sin embargo esto puede funcionar también como una trampa ecológica ya que los dueños del terreno a menudo cazan estos animales al considerarlos dañinos para sus cultivos y al mismo tiempo obtienen una fuente de proteína adicional (Delibes et al 2001).

Numerosos estudios confirman que la presencia humana se encuentra inversamente correlacionada con la presencia de especies cinegéticas. Particularmente el temazate es una de las especies más sensibles a la cacería, esto provocado por la preferencia por los cazadores y por su baja tasa de crecimiento de manera natural. Este patrón se ha observado en Montes Azules, Chiapas; Calakmul, Campeche; la Península de Yucatán; Isla Barro Colorado, Panamá; Parque Nacional Corcovado y Reserva del Golfo Dulce, Suroeste de Costa Rica, entre otros (Carrillo et al. 2000, Wright et al. 2000, Reyna-Hurtado y Tanner 2005, Naranjo y Bodmer 2007, Urquiza-Haas et al. 2010)

La cacería amplifica substancialmente los requerimientos de espacio de los vertebrados grandes para mantener poblaciones viables y en muchas ocasiones supera los efectos negativos que tiene la fragmentación por si sola (Peres 2001). Se ha sugerido que la presión de cacería puede producir una dinámica de fuente-sumidero cuando se trata de especies de interés humano, por lo que para garantizar la conservación del venado temazate sería importante determinar si este fenómeno ocurre en la zona, y de ser así identificar los sitios, así como describir su área y arreglo espacial dentro del paisaje (Novaro et al. 2005). En este estudio el número de perros no fue un factor determinante para la abundancia de venado temazate, probablemente porque solo unos pocos son entrenados para la cacería (obs. Pers.). Sin embargo en algunos lugares de Sudamérica se ha observado que los perros domésticos (*Canis lupus familiaris*) son depredadores asiduos de la fauna silvestre (Silva-Rodríguez et al. 2010)

### **Conocimiento tradicional y aprovechamiento del venado temazate por las comunidades**

Es importante tomar en cuenta que si bien las encuestas son una valiosa fuente de información para el estudio, podrían ser objeto de potenciales fuentes de error que podrían sesgar los resultados (Wright 1978). La principal fuente de error que consideramos podría estar afectando los resultados es el sesgo de temor, debido a que las autoridades locales prohíben la cacería en las comunidades estudiadas y los habitantes saben de esta prohibición.

### *Ecología*

La mayor cantidad de observaciones de venado temazate en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec por los entrevistados se han hecho durante el mes de mayo a diferencia de otros donde la mayoría de las observaciones se han hecho durante el mes de septiembre (Cuarón 2001). Lo anterior probablemente se deba a que durante la época de secas en estos bosques la vegetación es más baja y el venado queda un poco más al descubierto.

La mayoría de los entrevistados coincide en que mayo es el mes en el que se ve con mayor frecuencia hembras con crías, esto se aproxima a lo mencionado por algunos autores acerca de que las pariciones se dan en el periodo de abril a agosto (Álvarez del Toro 1977, Leopold 1977). Por otro lado, Sosa (1991) reporta en su estudio etnozoológico que las personas observaron crías durante todo el año. Probablemente esta variación se deba a que el ciclo biológico de estos venados cambia de una región a otra (Ávila 2003).

### *Cacería*

Solo un porcentaje muy bajo de la población son cazadores de tiempo completo, por lo que la cacería de subsistencia ha dejado de ser una actividad económica primordial. En otras zonas de México se ha observado que a partir de que tanto el Gobierno Local como el Federal introduce nuevos caminos, electricidad, computadoras, servicios de educación y salud así como subsidios para la agricultura y un aumento en la vigilancia por parte de las autoridades, la gente de las comunidades deja de depender de sus recursos naturales y prácticas tradicionales como ésta (Santos-Fita et al. 2012).

La mayoría de la gente que practica la cacería, en nuestra área de estudio, lo hace cerca de su comunidad, algunos autores han sugerido que los cazadores solo se mueven dentro de una distancia no mayor a 10 km (Santos-Fita et al. 2012)

Los resultados de las encuestas muestran que los pobladores tienen preferencia por cazar durante los meses del verano, lo mismo pasa en otros sitios como en Yanasha, Perú (González 2003). Al igual que en este trabajo, la mayoría de los estudios señalan que la escopeta es el arma más comúnmente utilizada para cazar al temazate dejando atrás los instrumentos tradicionales como

trampas rústicas o machete, y generalmente los cazadores se acompañan de perros que rastrean y persiguen al venado (González 2003, Santos-Fita et al. 2012).

Algunos de los entrevistados mencionaron cazar al temazate por considerarlo una especie nociva para sus cultivos. Esto pasa también en algunas zonas de Tabasco donde es considerado especie plaga, ya que entra en conflicto con los intereses del ser humano al consumir plántulas de frijol, sin embargo es importante mencionar que solo fueron dañados los cultivos en zonas aledañas a zonas de cobertura forestal densa y en terrenos accidentados (Mendez y Bello 2005)

Cambios ecológicos (capacidad de carga, degradación y pérdida de hábitat), culturales (tabús acerca del consumo de carne de monte), socioeconómicos (empleos, disponibilidad de carne proveniente de animales domésticos) pueden explicar las variaciones espacio-temporales en los patrones y preferencias de cacería

#### *Usos*

*M. temama* es una de las especies cinegéticas preferidas por los cazadores debido a su agradable sabor y calidad de su carne (Escamilla et al. 2000, Naranjo 2007, Hernández y Segovia 2010, Rosales et al. 2010)

Además de ser una importante fuente de proteína el venado temazate es utilizado para la construcción de herramientas y adornos, para uso ceremonial y religioso y en algunos casos como uso medicinal (utilizan su hígado para combatir la anemia y la médula para disminuir el dolor de muelas) y para fabricar prendas de vestir. Las partes que se utilizan son la carne, la piel, los huesos, las pezuñas, la cola y las astas (Ávila-Najera et al. 2011, Santos-Fita et al. 2012)

### **Efecto de la fragmentación y presencia de asentamientos humanos**

Es difícil separar completamente los efectos específicos de la fragmentación del hábitat y la cacería debido a que se encuentran correlacionados entre sí. Los efectos de la cacería se agravan considerablemente por la fragmentación del hábitat, porque los fragmentos son más accesibles a los cazadores, disminuye o no permite la recolonización por poblaciones no cazadas y puede proporcionar una base de recursos de menor calidad (Lopes y Ferrari 2000, Peres 2001)

Se ha planteado que la variación en los patrones de abundancia de los vertebrados medianos y grandes en sitios con cazadores están dados principalmente por la presión de cacería más allá de otros gradientes ambientales afectando la calidad del hábitat u otros mecanismos de regulación poblacional (Peres 2007). No obstante Robinson (1996) sugiere que en parches menores a 250 ha, como los presentes en nuestra zona de estudio, la fragmentación sí puede tener efectos a corto plazo sobre estos patrones.

La sinergia entre la fragmentación del hábitat y la cacería aumenta el riesgo de extinción de grandes vertebrados (Peres 2001). Por ejemplo, en Cabo Blanco, Costa Rica, la cacería y la pérdida del hábitat provocado por la agricultura y ganadería causaron la extinción de seis especies de mamíferos, incluyendo a *M. temama* (Timmermann et al. 2009).

Se sabe que los animales pueden adaptar su comportamiento ante factores de estrés como la cacería incrementando su actividad nocturna o seleccionando hábitats poco visitados por los cazadores (Urquiza-Haas et al. 2010). En este estudio la mayoría de los indicios de venado temazate se encontraron en zonas de difícil acceso con pendientes pronunciadas y escarpadas.



## **Conclusión**

La cobertura forestal y la conectividad del hábitat del venado temazate en el área de estudio han ido en decremento a lo largo de los últimos 30 años. Esto ha sido provocado en gran parte por el crecimiento demográfico de las comunidades aledañas a los bosques mesófilos del área de estudio.

La abundancia relativa de venado temazate tiene una relación lineal positiva con la cantidad de área núcleo, proximidad de los fragmentos de hábitat disponible y distancia a la cual se encuentran los asentamientos humanos.

La presencia de asentamientos humanos limita más severamente la abundancia relativa de venado temazate que la fragmentación del hábitat. Esto probablemente ligado a las costumbres de extracción y aprovechamiento del temazate que tienen las comunidades de la zona.

## **Bibliografía**

- Alvard, M. 1995. Shotguns and sustainable hunting in the neotropics. *Oryx* **29**:58-66.
- Álvarez del Toro, M. 1977. Los mamíferos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Andrén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* **71**:355-366.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. *en* M. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, editor.
- Ávila-Najera, D. M., O. C. Rosas-Rosas, L. A. Tarango-Arámbula, J. F. Martínez-Montoya, y E. Santoyo-Brito. 2011. Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**:1020-1028.
- Ávila, G. 2003. Manejo de Fauna Silvestre en bosques tropicales por ejidos forestales de Quintana Roo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- Banks-Leite, C. 2010. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. *Oikos* **119**:918-926.
- Bell, K. E. y M. A. Donnelly. 2009. Influence of Forest Fragmentation on Community Structure of Frogs and Lizards in Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* **20**:1750-1760.
- Bello, J., R. Reyna-Hurtado, y J. Wilham. 2010. Central American Red Brocket Deer *Mazama temama* (Kerr 1792). Pp. 166-171 *en* J. M. B. Duarte y S. González, editors. Neotropical cervidology: biology and medicine of Latin American deer. IUCN/FUNEP.
- Bentley, J. M., C. P. Catterall, y G. C. Smith. 2000. Effects of fragmentation of Araucarian Vine Forest on Small Mmmal Communities. *Conservation Biology* **14**:1075-1087.
- Carrillo, E., G. Wong, y A. D. Cuarón. 2000. Monitoring Mammal Population in Costa Rican Protected Areas under Different Hunting Restrictions *Conservation Biology* **14**:1580-1591.
- Conabio. 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible, México D.F., México.
- CONAFOR. 2012. Bosques y cambio climático. Comisión Nacional Forestal, México, D.F.
- Conagua. 2012. Consejo de cuenca de los ríos Tuxpan al Jamapa.

- CONANP. 2010. Reserva de la Biósfera "Corredor Biológico del Bosque Mesófilo de Montaña en Hidalgo, Puebla y Veracruz" México.215.
- Cuarón, A. D. 2001. Determinantes ambientales de la abundancia de vertebrados terrestres en la región Lacandona: Primera fase Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R062, México D. F.
- Daily, G. C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán, y A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities in Agricultural Landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* **17**:1814-1826.
- Daniel, W. S. y D. B. Frels. 1971. A track-count method for censusing white-tailed deer. Texas Parks and Wildlife Department, Austin, USA.
- Danielson, B. J. 1991. Communities in a landscape: the influence of habitat heterogeneity on the interactions between species. *American Naturalist* **138**:1105–1120.
- Debinski, D. M. y R. D. Holt. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* **14**:342-355.
- Delibes, M., P. Ferreras, y P. Gaona. 2001. Attractive sinks, or how individual behavioural decisions determine source—sink dynamics. *Ecology letters* **4**:401-403.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, y C. Galindo-Leal. 2000. Habitat Mosaic, Wildlife Availability, and Hunting in the Tropical Forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* **14**:1592-1601.
- ESRI. 1999. ArcView GIS 3.2.*en* I. Environmental Systems Research Institute, editor., New York.
- Estrada, A., R. Coates-Estrada, y D. J. Meritt. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* **17**:229-241.
- Fahrig, L. 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **34**:487-515.
- García, D. 2006. Plan de desarrollo municipal de San Bartolo Tutotepec 2006-2009. Page 66. Gobierno del Estado, San Bartolo Tutotepec.
- González-Espinosa, M., J. A. Meave, F. G. Lorea-Hernández, G. Ibarra-Manríquez, y A. C. Newton. 2011. The Red List of Mexican Cloud Forest Trees, Fauna & Flora International. Cambridge, UK.

- González, J. A. 2003. Patrones generales de caza y pesca en comunidades nativas y asentamientos de colonos aledaños a la Reserva Comunal Yanasha, Pasco, Perú. Pp. 89-102 *en* R. Polanco-Ochoa, editor. Manejo de fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura, Bogota, Colombia.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* **162**:1243-1248.
- Hernández, S. F. y A. H. Segovia. 2010. La cacería de subsistencia en el sur de Yucatán. Pp. 79-114 *en* M. M. Guerra, S. Calmé, S. Gallina, y E. J. Naranjo, editors. Uso y manejo de Fauna Silvestre en el norte de Mesoamérica. Secretaria de educación de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México.
- INEGI. 1980. X Censo de Población y Vivienda, 1980. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 2001. Localidades de la República Mexicana, 1995. Extraído del Censo de población y vivienda. Resultados definitivos, 1995.*en* CONABIO, editor., México.
- INEGI. 2002. Localidades de la República Mexicana, 2000. Obtenido de Principales Resultados por Localidad. XII Censo de Población y Vivienda 2000.*en* Conabio, editor., Mexico.
- INEGI. 2010. Localidades de la República Mexicana, 2010. Obtenido de Principales resultados por localidad (ITER). Censo de Población y Vivienda 2010.*en* Conabio, editor., Mexico.
- Kurki, S., A. Nikula, P. Helle, y H. Lindén. 2000. Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests. *Ecology* **81**:1985-1997.
- Laurance, W. F. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation* **141**:1731-1744.
- Leopold, A. S. 1977. Temazate. *Mazama americana* y especies afines.*en* A. S. Leopold, editor. Fauna Silvestre de México (aves y mamíferos de caza). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Mexico.
- Lopes, M. A. y S. F. Ferrari. 2000. Effects of Human Colonization on the Abundance and Diversity of Mammals en Eastern Brazilian Amazonia. *Conservation Biology* **14**:1658-1665.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel, y E. Ene. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts, Amherst.

- Mendez, S. M. y J. Bello. 2005. Daños a los cultivos de frijol, por mamíferos silvestres, en el ejido Agua Blanca, Tacotalpa, Tabasco, México. *en* T. Ramon, editor. Semana de divulgación y video científico, UJAT 2005. UJAT, Villahermosa, Tabasco.
- Naranjo, E. 2007. Uso sustentable y conservación de ungulados silvestres en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Pp. 183-196 *en* G. Sánchez-Rojas y A. Rojas-Martínez, editors. Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- Naranjo, E. J. y R. E. Bodmer. 2007. Source–sink systems and conservation of hunted ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. *Biological Conservation* **138**:412-420.
- Neff, D. J. 1968. The Pellet-Group Count Technique for Big Game Trend, Census, and Distribution: A Review. *The Journal of Wildlife Management* **32**:597-614.
- Novaro, A. J., M. C. Funes, y R. S. Walker. 2005. An empirical test of source–sink dynamics induced by hunting. *Journal of Applied Ecology* **42**.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Smith Lithograph Corporation, Rockville, Maryland.
- Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, V. N. Powell, E. C. Underwood, J. A. Dámico, I. Itoua, H. E. Strand, J. C. Morrison, C. J. Loucks, T. F. Allnutt, T. H. Ricketts, Y. Kura, J. F. Lamoreux, W. W. Wettengel, P. Hedao, y K. R. Kassem. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* **51**:933-938.
- Peres, C. A. 2001. Synergistic effects of subsistence hunting and hábitat fragmentation on Amazonian forest vertebrate. *Conservation Biology* **15**:1490-1505.
- Peres, C. A. 2007. Basin-Wide Effects of Game Harvest on Vertebrate Population Densities in Amazonian Forests: Implications for Animal-Mediated Seed Dispersal. *Biotropica* **39**:304–315.
- Pérez-Gil, S. R., F. Jaramillo, A. Muñoz, y M. Torres. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad.
- Price, M. F., G. Gratzer, L. A. Duguma, T. Kohler, D. Maselli, y R. Romeo. 2011. Mountain Forests in a Changing World - Realizing Values, addressing challenges. FAO/MPS andSDC, Rome.

- Puyravaud, J. P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *For. Ecol. Manage* **177**:593-596.
- Reyna-Hurtado, R. 2002. Hunting effects on the ungulate species in Calakmul, Forest, Mexico.
- Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2005. Habitat Preferences of Ungulates in Hunted and Nonhunted Areas in the Calakmul Forest, Campeche, Mexico. *Biotropica* **37**:676-685.
- Reyna-Hurtado, R. y G. W. Tanner. 2007. Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation*.
- Robinson, G. J. 1996. Hunting wildlife in forest patches: an ephemeral resource. *en* J. Schellas y R. Greenberg, editors. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, London.
- Rosales, M., M. S. Hermes, y J. R. Morales. 2010. Caracterización de la cacería de subsistencia en comunidades Maya-Q'eqchi' del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala. Pp. 25-52 *en* M. M. Guerra, S. Calmé, S. Gallina, y E. J. Naranjo, editors. *Uso y manejo de Fauna Silvestre en el norte de Mesoamérica*. Secretaria de educación de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México.
- Sala, O. E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. LeRoyPoff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, y D. H. WallReviewed. 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* **287**:1770-1774.
- Sampaio, R., A. P. Lima, W. E. Magnusson, y C. A. Peres. 2010. Long-term persistence of midsized to large-bodied mammals in Amazonian landscapes under varying contexts of forest cover. *Biodiversity and Conservation* **19**:2421-2439.
- Santos-Fita, D., E. J. Naranjo, and J. L. Rangel-Salazar. 2012. Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* **8**:38.
- Silva-Rodríguez, E., C. Verdugo, A. Aleuy, D. González-Acuña, y E. Sieving. 2010. Domestic dogs as a threat for the conservation of the southern pudu in Chile: diagnosis and management alternatives. Pp. 275-276 *en* 7th International Deer Biology Congress: *Advances and Challenges in Deer Biology*, Huilo, Chile.

- Sosa, H. M. A. 1991. Estudio etnozoológico preliminar sobre la biología del temazate. Pp. 42-54 IX Simposio Nacional sobre Fauna Silvestre. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad Autónoma de México, México D. F.
- SPOTIMAGE, SAGARPA, SIAP, ERMEXS, INEGI, y SEMAR. 2011. Imagen de satélite Spot J-K. Proporcionada por la secretaría de marina.
- Stat Soft, I. 2004. STATISTICA (data analysis software system).
- Thorton, D., L. C. Branch, y M. E. Sunquist. 2011. The relative influence of habitat loss and fragmentation: Do tropical mammals meet the temperate paradigm? *Ecological Applications* **21**:2324-2333.
- Tilman, D., J. Fargione, B. Wolff, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W. H. Schlesinger, D. Simberloff, y D. Swackhamer. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. *Science* **292**.
- Timma, R. M., D. Lieberman, M. Lieberman, y D. McClearn. 2009. Mammals of Cabo Blanco: History, diversity, and conservation after 45 years of regrowth of a Costa Rican dry forest. *Forest Ecology and Management* **258**:997–1013.
- Urquiza-Haas, T., C. A. Peres, y P. M. Dolman. 2010. Large vertebrate responses to forest cover and hunting pressure in communal landholdings and protected areas of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Animal Conservation* **14**:271-282.
- Vetter, D., M. M. Hansbauer, Z. Végvári, y I. Storch. 2011. Predictors of forest fragmentation sensitivity in Neotropical vertebrates: a quantitative review. *Ecography* **34**:1-8.
- Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Villavicencio, M. A. y B. E. Pérez-Escandón. 2007. Flora útil de la Huasteca y la zona otomí-tepehua de Hidalgo. *en* A. L. López-Escamilla y G. Pulido-Flores, editors. Estudio biológico de las áreas naturales y reserva de la biósfera del estado de Hidalgo. UAEH, Pachuca, Hidalgo.
- Weber, M. 2005. Ecology and conservation of sympatric tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, south-eastern Mexico. University of Durham, Durham, United Kingdom.

- Weber, M. y S. González. 2003. latin american deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Écoscience* **10**:443-454.
- Wright, S. J., C. Carrasco, O. Calderón, y S. Paton. 1999. The El Niño Southern Oscillation, Variable Fruit Production, and Famine in a Tropical Forest. *Ecology* **80**:1632-1647.
- Wright, S. J., H. Zeballos, I. Domínguez, M. M. Gallardo, M. C. Moreno, y R. Ibáñez. 2000. Poaches Alter Mammal Abundance, Seed Dispersal and Seed Predation in a Neotropical Forest. *Conservation Biology* **14**:227-239.
- Wright, V. L. 1978. Causes and effects of biases on waterfowl harvest estimates. *Journal of Wildlife Management* **42**:251-262.



## **Capítulo II**

Distribución, abundancia y caracterización del hábitat del venado temazate (*Mazama temama* Geist 1998) en un bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, México.

## Introducción

La distribución y abundancia de los ungulados está correlacionado con ciertas características de su hábitat, tales como el tipo de cobertura vegetal disponible, calidad y cantidad del alimento disponible, fuentes de agua, presencia e intensidad de amenazas, entre otras. Lo anterior varía dependiendo también de las características propias de la especie y de la región en la que se encuentra (McCaffery 1976, Crooms et al. 2009).

La vegetación es un factor clave en el hábitat de los venados y se relaciona directamente con dos de los atributos antes mencionados: cobertura y alimento. La cobertura contribuye al bienestar de los venados al proveer protección frente a factores ambientales como el sol, la lluvia, el frío, etc., incrementa sus probabilidades de esconderse y escapar de sus depredadores y les brinda una sensación de seguridad necesaria para mantener una buena condición física. La calidad de la cobertura dependerá de la naturaleza y severidad de las amenazas presentes en el sitio (Dasmann 1971). Debido a su pequeña talla y hábitos solitarios, el temazate puede vivir en sitios con una cobertura de protección menor que la que necesitan otros ungulados como el venado cola blanca y el pecarí de collar y prefiere sitios con una mayor cobertura de herbáceas y árboles maduros, lo cual refleja su afinidad por zonas conservadas (Bello et al. 2004).

El alimento es un aspecto decisivo en la selección del hábitat de los venados temazate, pues, este pequeño rumiante selectivo, requiere de mayor energía por unidad de peso corporal que otros venados de mayor talla (Paredes 2002). Algunos estudios (Villarreal-Espino et al. 2008) revelan que el temazate llega a consumir hasta 48 especies vegetales en el bosque mesófilo de montaña, siendo las más importantes *Cyclanthera sp.* (cinco quelite), *Stenostephanes sp.* (huaparrón), *Trema sp.* (mata caballo), *Oreopanax sp.* (flor de mayo), *Cornus sp.* (jicarillo) y *Lophosoria quadripinnata* (pezma de cruz). Por otro lado, también se ha observado que puede adaptarse e incluso beneficiarse de la presencia de especies vegetales introducidas como el maíz y el frijol (Méndez y Bello 2005).

El temazate de manera natural presenta abundancias de  $0.32 \text{ ind/km}^2$  en el bosque mesófilo de montaña (Lira y Naranjo 2003) y hasta  $0.31 \text{ ind/km}^2$  en bosques tropicales (Naranjo 2007). Comparado con otros venados mexicanos, el temazate presenta abundancias relativamente bajas:

venado cola blanca desde 1.13 hasta 25 ind/km<sup>2</sup> (Leopold 1959, Ortiz-Martínez et al 2005)  
venado bura 0.7-4.21 ind/km<sup>2</sup> (Sánchez-Rojas y Gallina 2000)

La importancia de conocer la abundancia y distribución del venado temazate, así como la relación de éste con su hábitat reside en el papel funcional que la especie tiene en su ecosistema, pues se trata de uno de los mamíferos medianos esenciales para la dispersión de semillas y para el diseño de la estructura vegetal de los ambientes en los que se encuentra, por ejemplo la proporción de semillas dispersadas de dos palmeras en Panamá central (*Attalea butyraceae* y *Astrocaryum standleyanum*) estuvo correlacionada (dentro de un rango de 85%-99%) con la presencia de mamíferos herbívoros medianos, incluido el temazate (Wright et al. 2000). Por otro lado, es también una presa preferida por animales más grandes como el puma y el jaguar (21% y 8 de la biomasa consumida respectivamente; Lira and Naranjo 2003, Novack et al. 2005, Moreno et al. 2006, Ávila-Najera et al. 2011). Lo anterior hace que la especie sea, una pieza importante en el funcionamiento de los ecosistemas e incluso se ha observado que su extinción local, junto con otros mamíferos medianos, tiene efectos radicales sobre los mismos (Dirzo y Miranda 1990).

En este capítulo se aborda la influencia de la vegetación en forma de cobertura y alimento en la distribución y abundancia del venado temazate y se analiza la variación de la misma en sitios conservados y perturbados.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Conocer la abundancia relativa y uso de hábitat del venado temazate (*M. temama*) en la localidad de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, así como los factores que afectan la variación de los mismos en sitios conservados y perturbados a nivel de micro hábitat y paisaje.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la distribución del temazate en el área de estudio.
- Comparar la abundancia relativa de venado temazate en sitios conservados y perturbados
- Caracterizar el hábitat del venado temazate con base en sus requerimientos de alimento y refugio en escalas espaciales distintas: paisaje y micro hábitat.
- Analizar la variación de los atributos de la estructura vegetal de acuerdo al grado de perturbación.
- Definir qué atributos de la estructura vegetal definen la abundancia del venado temazate en el área de estudio a dos escalas espaciales: micro hábitat y paisaje.

## Hipótesis

- La mayoría de las huellas de venado temazate se concentran en las zonas de mayor cobertura forestal
- La abundancia relativa de venado temazate es mayor en los sitios conservados que en los perturbados
- La abundancia de rastros de venado temazate es mayor en los sitios que le ofrecen una mejor protección contra sus depredadores y una mayor disponibilidad de alimento por lo tanto, será mayor en los sitios conservados que en los perturbados tanto en el paisaje como en el micro hábitat.
- Los atributos de la estructura vegetal varían dependiendo de si se trata de sitios conservados o perturbados

## Metodología

### Análisis de la distribución y abundancia relativa del venado temazate

Para detectar zonas de agregación del venado temazate en los bosques mesófilos de montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, se consideró el mapa del área de estudio editado a partir de la imagen Spot 5 590-309 (Fig. 2d), y la abundancia de rastros en la zona de estudio. Se utilizó el método “red-blue” de SADIE v. 2.0 (Perry et al. 1996), para representar la distancia mínima en el espacio,  $D$  calculado por medio de 1000 permutaciones para obtener la distribución de frecuencias de un modo espacialmente explícito. La división del valor observado,  $D_{obs}$ , entre el valor medio  $D_{perm}$ , permitió generar un patrón espacial de los datos obteniendo al final una clasificación por similitud.

SADIE (Spatial Analysis by Distance indicEs), se basa en la utilización de índices de distancia (Perry 1996) y fue ideado originariamente para el análisis espacial de la distribución de poblaciones de animales, donde frecuentemente la información es obtenida en forma de conteos a lo largo del espacio. La estructura de este tipo de datos se caracterizan por un elevado número de ceros y distribuciones alejadas de la normal, por lo cual no requiere que los datos deban estar normalmente distribuidos, que presenten isotropismo, que los datos deban estar espaciados de manera regular o el efecto de borde (Maestre et al. 2003). No obstante, SADIE no necesita seguir ninguna de estas exigencias ya que los resultados están condicionados a la heterogeneidad presente en los mismos (Bell, 1998)

La base matemática que usa SADIE para evaluar dicho patrón es una estimación de la distancia mínima en el espacio,  $D$ , requerida para obtener la regularidad, esto es, que los distintos valores de la variable estudiada alcancen el valor promedio en todas las posiciones del espacio (Perry 1996). Para calcular esta distancia SADIE utiliza un algoritmo que optimiza el flujo de transporte desde zonas con valores altos de la variable hasta zonas con valores bajos de la variable. Una vez obtenido el valor  $D$  de nuestros datos ( $D_{obs}$ ), SADIE realiza una prueba de permutaciones donde los valores de la variable son distribuidos al azar en el espacio; esto se repite varios cientos o miles de veces, calculándose  $D$  con cada una de estas permutas y obteniéndose así su distribución de frecuencias. La división del valor observado,  $D_{obs}$ , por el valor medio,  $D_{perm}$ , obtenido a partir de las permutaciones genera un índice de agregación,  $I_a$ , que describe el patrón espacial de los datos: comúnmente, el patrón espacial es agregado, cuando  $I_a > 1$ , aleatorio si  $I_a = 1$  y regular si

$I_a < 1$ . La significación estadística de D (valor de P) puede obtenerse calculando qué proporción de valores de D en la distribución de frecuencias tiene un valor igual o mayor al valor observado.

Posteriormente, se realizó un mapa de agregación del venado temazate con la matriz de datos obtenida y mediante una interpolación buscando en el área los puntos más similares donde se encontró evidencia del temazate (kriging), se estimaron los valores a partir de los datos obtenidos para la zona de estudio y así obtener el mapa de agregación, con el programa PAST v 1.74 (Hammer et al. 2001).

### **Caracterización del hábitat**

Se establecieron 11 puntos dentro de cada transecto, separados cada 50 m y en cada uno de estos se midieron las variables ambientales de: estructura forestal, cobertura de protección y estrato arbustivo y arbóreo bajo en los meses de abril y junio del 2011. Cada una de éstas se midieron en una única ocasión. El análisis se hizo para dos escalas espaciales distintas: transecto y punto de muestreo (micro habitat). A continuación se describe con detalle la metodología utilizada para la medición de las variables.

#### *Estructura forestal*

Se realizó el método de cuadrantes centrados en puntos (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). El cual consiste en establecer un punto en el transecto y dividirlo en cuatro cuadrantes el área que lo rodea, e identificar en cada uno de ellos el árbol más cercano y medir la distancia que hay entre este y el punto de muestreo.

Cada árbol es identificado a nivel de especie y se toma su diámetro a la altura del pecho (DAP > 5 cm) y su altura. A partir de estos datos se obtuvieron las siguientes medidas para cada transecto: densidad absoluta, altura media, área basal y riqueza forestal (ver Anexo Va).

Posteriormente, la lista de especies vegetales generada por el método antes mencionado, fue comparado con la lista de especies consumidas por el venado temazate, reportada en Villarreal-

Espino et al. (2008). Se utilizó el valor de importancia acumulado ( $V.i_{acum}$ ) para cada uno de los transectos (ver Anexo Vb).

Por último, para caracterizar la estructura forestal a nivel de dosel, se realizó el método de fotografía digital (Kuusipalo 1985, Teraoka 1996, Ishida 2004), el cual consiste en tomar fotografías del dosel a una altura de 1 m del nivel del suelo, se utilizó una cámara digital Kodak Easy Share de 8.1 mega pixeles y con un lente de 38 mm. Posteriormente las fotografías fueron convertidas a imágenes binarias con el programa Fireworks MX (Macromedia 2004) y analizadas con el programa Image J 1.44p (Rasband 1997), particularmente con el menú Analysis y la opción Histogram. Este programa permite determinar el porcentaje de pixeles oscuros de la imagen binaria, que representan el dosel.

#### *Cobertura de protección*

Para conocer qué protección ofrece la vegetación al temazate contra los depredadores, se utilizó el método de cobertura vertical (Griffith y Youtie 1988), el cual consiste en colocar una regla de 2 m pintada cada 10 cm (blanco y negro alternado) y separada con una línea roja cada 0.5 m, a una determinada distancia perpendicular (10 m) al punto del transecto utilizado para hacer la caracterización del hábitat. Estas medidas se tomaron a cada lado del transecto. Las lecturas se realizaron considerando el porcentaje cubierto por la vegetación en cada sección (0.0 a 0.5 m, de 0.5-1.0 m, 1.0-1.5 m y de 1.5 -2.0 m), para conocer si existe buena protección para las crías, considerando la primera sección, o para los adultos considerando las otras tres secciones.

#### *Estrato arbustivo y arbóreo bajo*

Se utilizó el método de línea intercepción (Canfield 1941), el cual consiste en registrar la longitud en centímetros de los individuos de las distintas especies que interceptan la línea. Únicamente se tomaron en cuenta aquellas plantas con una altura igual o mayor a 30 cm debido a que a partir de esta altura se consideraron como especies arbustivas. Se realizaron cuatro líneas de 50 m por transecto, una al inicio y otra al final de cada subtransecto y se obtuvo la densidad lineal, cobertura lineal y riqueza arbustiva (ver Anexo Vc).

Asimismo, se calcularon los valores de cada atributo a nivel de puntos de muestreo, para comparar las características vegetales entre los puntos con presencia y ausencia de rastros por



transecto. Se utilizó la incidencia debido a que un conjunto de huellas en un mismo punto no puede ser considerado como de individuos independientes

### **Análisis estadístico**

Se realizó una prueba de U Mann-Whitney para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa de rastros en sitios considerados como conservados y los considerados como perturbados

Se realizó una prueba de U Mann-Whitney para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas en cada una de las variables ambientales medidas entre los puntos de muestreo (micro hábitat) donde hubo presencia y ausencia de rastros.

Para hacer una exploración de los valores de hábitat entre los transectos se utilizó un análisis multivariado usando el programa PAST v. 1.74 (Hammer et al. 2001). El Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMS, MDS, NMDS o NMMDS) es una técnica multivariante de interdependencia que trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos. El NMDS es un método de ordenación adecuado para datos que no son normales o que están en una escala discontinua o arbitraria. Una ventaja del NMDS frente a otras técnicas de ordenación es que, al estar basada en rangos de distancias, tiende a linealizar la relación entre las distancias ambientales y las distancias biológicas (esto es, calculadas a partir de una matriz de sitios x especies). Una de las desventajas de esta técnica es la dificultad para alcanzar una solución estable única. A pesar de ello, el NMDS es una técnica ampliamente utilizada en ecología para detectar gradientes en comunidades biológicas (Legendre y Legendre 2003). Como medida que nos informa de la bondad del modelo podemos utilizar el Stress de Kruskal, mientras mayor sea la diferencia entre las disparidades y las distancias mayor será el Stress y por tanto peor será el modelo (Guerrero y Ramírez 2012)

Kruskal (1964) sugiere las siguientes interpretaciones del Stress:

- 0.2 → Pobre
- 0.1 → Aceptable
- 0.05 → Bueno
- 0.025 → Aceptable
- 0.0 → Excelente

Se generó una matriz de correlación para determinar cuáles y en qué grado las variables de fragmentación y cacería eran colineales. Cuando una correlación excedía a 0.8 la variable con menor significado biológico fue omitida del modelo. Se realizó una matriz de correlación para demostrar colinealidad.

Se realizó un modelo lineal de regresión múltiple con análisis gradual posterior (forward stepwise) para la simplificación del modelo, es decir para decidir cuáles eran las variables que mejor explican la variación de la abundancia de rastros a nivel de transecto y una regresión logística a nivel de puntos de muestreo. Lo anterior se calculó con el programa Statistica 7.0. (Stat Soft 2004).

## Resultados

### Distribución del venado temazate

Se encontraron rastros de venado temazate en casi todos los transectos, con excepción del P7. La mayoría de los registros se hicieron dentro de los macizos de bosque, encontrando solamente algunos rastros aislados en los sitios perturbados pero aún estos se observaron en lugares arbolados y cercanos al bosque (Fig. 13).

Se detectaron tres zonas de agregación de rastros de venado temazate alrededor de los sitios C2, C4 y C7, en el bosque mesófilo de montaña de San Bartolo Tutotepec (Fig. 14).

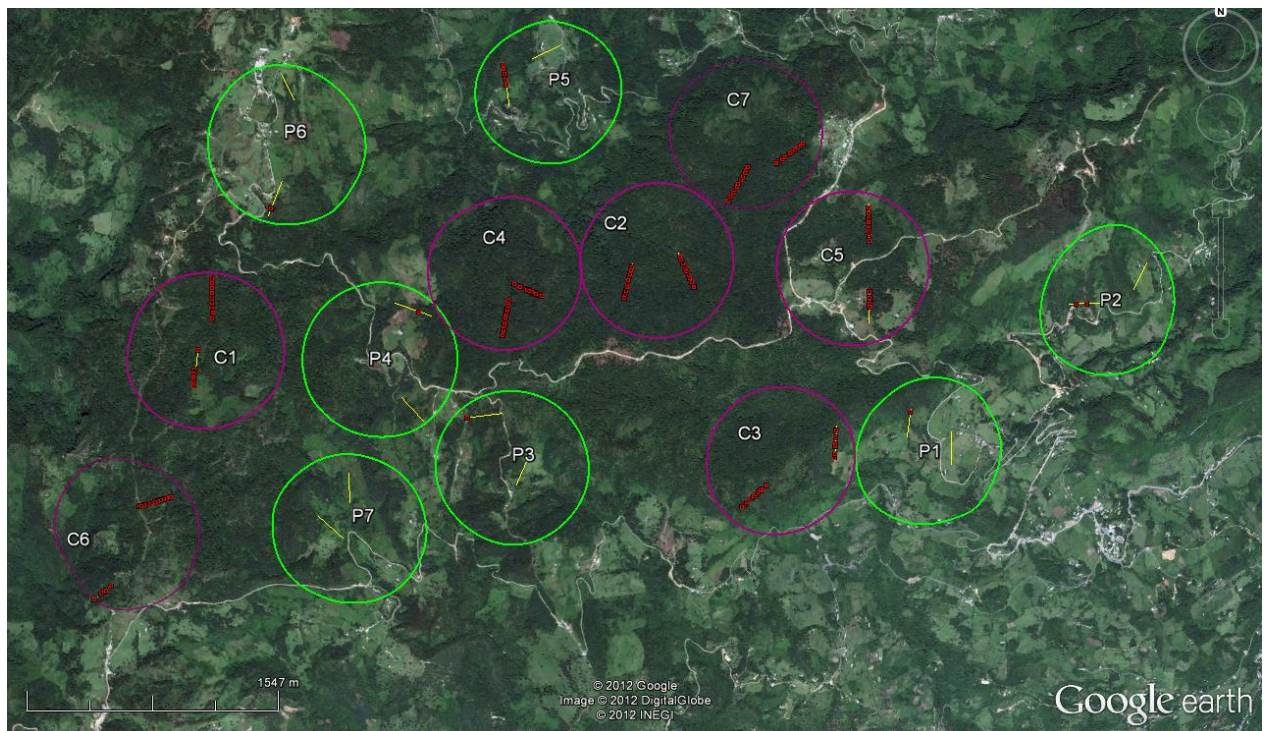


Figura 13. Distribución de los transectos y rastros de venado temazate en el área de estudio:

○Circunferencias de 1 km de diámetro: en morado los sitios conservados (C), en verde los sitios perturbados (P); — transectos; ■ rastros

## Abundancia relativa

Resalta el transecto conservado cuatro (C4) con la mayor abundancia de rastros (Fig. 14). Por otro lado se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia de rastros en sitios conservados y perturbados con 0.02 y 0.001 rastros/ km respectivamente ( $U= 0.000$   $g.l=6$   $p<0.001$ ).

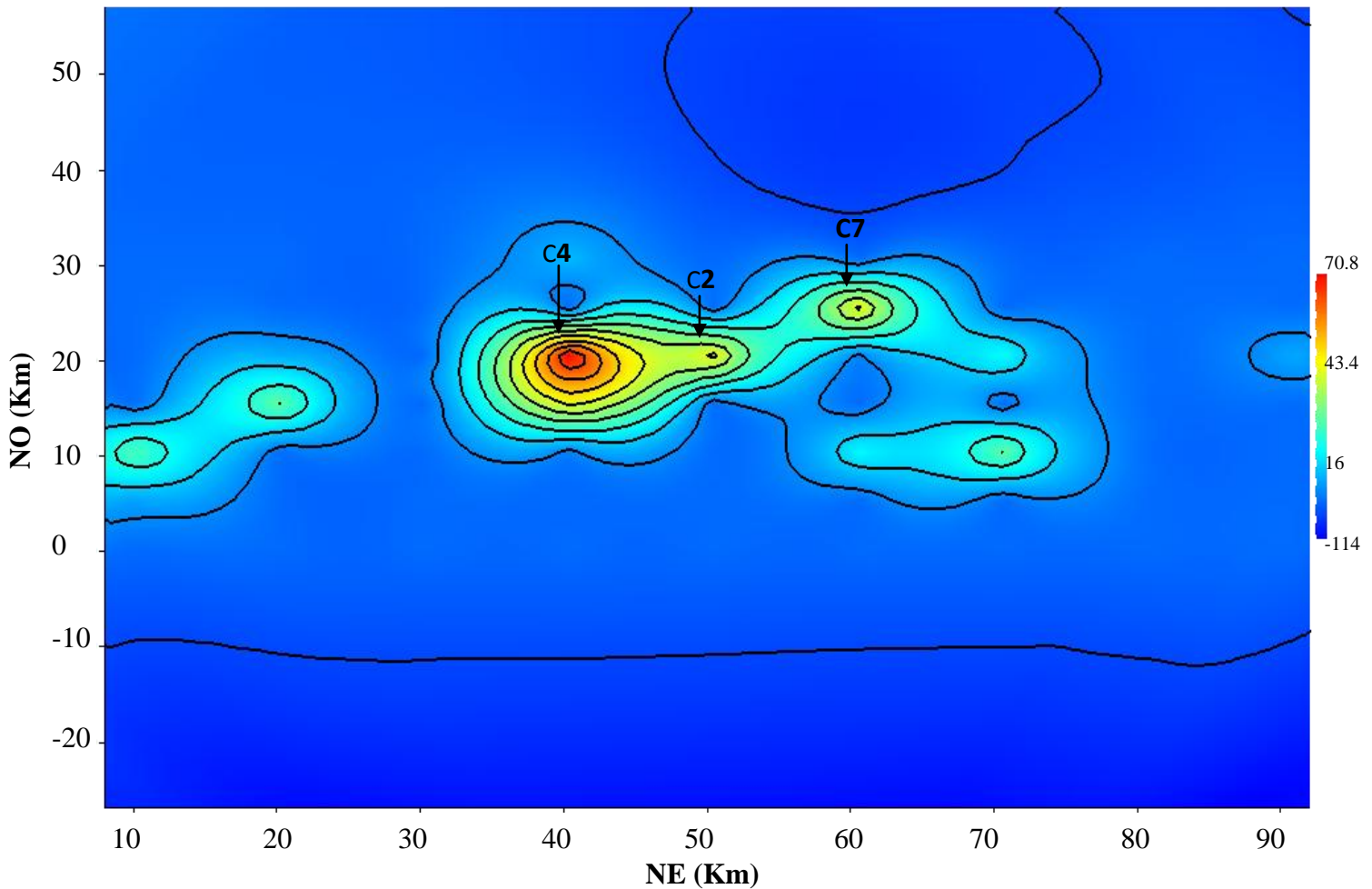


Figura 14. Mapa de agregación de los rastros del venado temazate (*Mazama temama*) en los bosques mesófilos del montaña de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo. Las zonas rojas indican los sitios de agregación y las azules donde no se encuentra representado.

## **Caracterización de hábitat**

Se registraron un total de 41 especies arbóreas, las cuales en su mayoría representaron los sitios conservados; por otra parte, se contabilizaron un total de 66 especies vegetales que incluyen árboles juveniles y arbustos (ver Anexo VI). Considerando los valores de la estructura de la vegetación para cada uno de los transectos (Cuadro 10), se encontró que el transecto C1 tuvo la mayor riqueza forestal y cobertura lineal, en el C4 hubo la mayor densidad de árboles y valor de importancia de árboles comestibles, en el C6 los árboles de mayor altura media y cobertura de protección para crías y adultos, en el C7 la mayor cobertura de dosel, en el P4 los árboles de mayor área basal y en el P5 el mayor valor de importancia de arbustos comestibles. Por otro lado, en el C5 se presentaron los árboles con menor área basal, en el P1 la menor densidad y cobertura lineal y menor valor de importancia de arbustos comestibles, en el P2 los árboles de menor altura media, en el P3 la menor densidad de árboles, árboles comestibles y cobertura de protección de crías y adultos, en el P4 la menor cobertura de dosel, la menor riqueza forestal se observó en los transectos P6 y P7 y la menor densidad lineal se presentó en el transecto P6 (Cuadro 10) .

En cuanto a nivel de microhábitat, se observa una mayor cantidad de rastros, de manera estadísticamente significativa, en los sitios con densidad absoluta mayor a 0.4 arboles/m<sup>2</sup>, una cobertura de dosel mayor al 60%, cobertura de protección a crías mayor al 70% y mayor a 50% en el caso de los adultos, una densidad lineal mayor a 0.5 ind/25m y una riqueza de arbustivas mayor a cuatro especies.

Cuadro 10. Valores de las variables ambientales utilizadas para caracterizar el hábitat por sitio

<b>Variables ambientales</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C*</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P*</b>
<b>Estructura forestal</b>																
Densidad absoluta	27.9	61.9	34.4	81.8	24.8	32.8	64.4	<b>46.9</b>	4.0	2.1	0.002	0.7	2.2	7.5	5.0	<b>3.0</b>
Altura media (m)	9.5	9.2	12.8	10.3	8.3	20.7	17.2	<b>12.6</b>	9.6	6.2	11.7	9.2	8.9	9.9	10.8	<b>9.5</b>
DE	5.5	5.9	7.7	6.5	4.8	11.4	10.5		4.0	3.1	6.2	4.1	4.2	6.6	5.3	
Área basal (m2)	2.48	1.72	2.48	2.44	0.55	2.96	1.62	<b>2.0</b>	2.04	1.07	2.96	4.31	2.13	2.30	1.62	<b>2.34</b>
DE	0.08	0.09	0.08	0.09	0.02	0.08	0.03		0.04	0.03	0.10	0.10	0.07	0.06	0.03	
Riqueza forestal (#spp.)	17	16	11	10	12	16	14	<b>13.7</b>	13	16	12	9	13	5	5	<b>10.4</b>
Arbóreas comestibles	9091	1342	14985	61084	2136	123	11866	<b>14375</b>	281	29	8	42	418	3938	883	<b>799.8</b>
Dosel (%)	59.1	68.0	67.0	67.0	33.0	69.9	71.5	<b>62.2</b>	24.2	26.8	28.7	15.8	21.3	16.4	18.1	<b>21.6</b>
DE	21.1	6.0	8.5	7.0	32.7	9.8	5.7		31.7	31.2	35.8	27.4	31.7	29.7	32.8	
<b>Cobertura de protección</b>																
Crías (%)	85.0	81.7	85.0	72.2	91.5	93.6	76.4	<b>83.6</b>	52.7	34.2	11.8	59.1	50.0	42.7	55.5	<b>43.7</b>
DE	29.7	27.6	28.4	30.6	12.1	15.6	36.3		46.0	42.7	25.9	46.9	49.7	48.7	46.6	
Adultos (%)	74.6	58.9	74.4	56.5	75.8	79.4	58.8	<b>68.3</b>	36.1	40.0	3.0	23.5	28.8	24.2	31.8	<b>26.8</b>
DE	40.6	36.1	37.5	40.3	31.4	33.6	42.4		46.0	45.3	17.3	40.1	40.6	40.4	44.0	
<b>Estrato arbustivo y arbóreo bajo</b>																
Densidad lineal (ind/m)	0.5	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	<b>0.5</b>	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2	0.1	0.2	<b>0.2</b>
DE	0.1	0.1	0.2	0.05	0.2	0.1	0.1		0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	
Cobertura lineal (m)	1.3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	0.3	<b>0.5</b>	0.0	0.2	0.2	0.5	0.2	0.2	1.0	<b>0.32</b>
DE	2.5	0.3	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1		0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.9	
Riqueza arbustiva (#spp.)	12	16	17	18	15	22	20	<b>17.1</b>	8	5	16	8	15	9	9	<b>10</b>
Arbustivas comestibles	0.5	0.7	1.1	1.1	0.9	1.1	0.8	<b>0.9</b>	0.3	1.6	1.1	0.7	1.8	0.5	3.4	<b>1.34</b>

DE= Desviación estándar C\*= valores promedio de los sitios conservados; P\*=valores promedio de los sitios perturbados

*Fluctuación de las variables ambientales de acuerdo al grado de perturbación*

La ordenación NMDS de las variables ambientales produjo dos grupos claramente diferenciados agrupando los sitios conservados y por otra parte a los perturbados. El stress de Kruskal de 0.02358,  $\alpha$ : 0.05, nos indica que el modelo es aceptable (Kruskal 1964); Fig. 6)

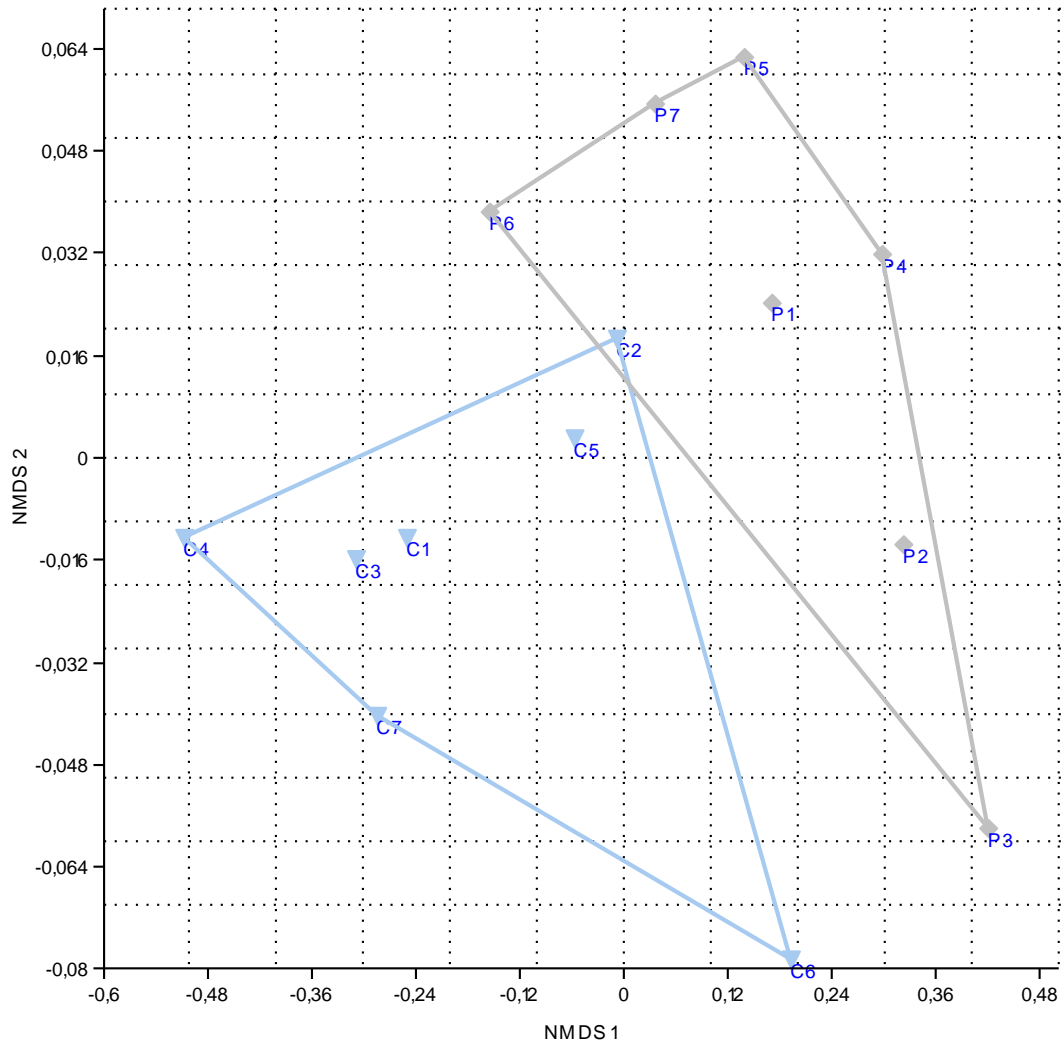


Figura 15. Ordenación NMDS de los sitios de estudio basado en sus variables de hábitat. En azul están los sitios con mayor cobertura vegetal y en gris los sitios con menor cobertura vegetal, Kruskal stress: 0.02358

### Atributos de la estructura vegetal que definen la abundancia de rastros de venado temazate

Las variables correlacionadas entre sí fueron densidad absoluta con el dosel y la riqueza de arbustivas y estas dos últimas entre sí, la cobertura de protección a crías con la cobertura de protección a adultos y por último la densidad lineal con la riqueza de arbustivas por lo que no se tomaron en cuenta para el modelo las variables de dosel, riqueza de arbustivas y cobertura de protección a crías (Cuadro 11).

Cuadro 11. Matriz de correlación de las variables de vegetación

	DA	A	AB	D	CPC	CPA	DL	CL	RV	RA	AC	VC
DA	1.00	0.35	-0.14	<b>0.86</b>	<b>0.62</b>	<b>0.61</b>	<b>0.75</b>	0.05	<b>0.80</b>	0.32	<b>0.71</b>	-0.24
A	0.35	1.00	0.26	<b>0.57</b>	0.38	0.36	0.44	0.00	<b>0.60</b>	0.14	0.04	-0.04
AB	-0.14	0.26	1.00	-0.03	-0.12	-0.29	0.24	0.02	0.05	-0.20	0.06	-0.23
D	<b>0.86</b>	<b>0.57</b>	-0.03	1.00	<b>0.69</b>	<b>0.76</b>	<b>0.78</b>	0.17	<b>0.92</b>	<b>0.53</b>	0.47	-0.28
CPC	<b>0.62</b>	0.38	-0.12	<b>0.69</b>	1.00	<b>0.93</b>	<b>0.76</b>	0.42	<b>0.74</b>	0.37	0.23	-0.20
CPA	<b>0.61</b>	0.36	-0.29	<b>0.76</b>	<b>0.93</b>	1.00	<b>0.66</b>	0.37	<b>0.76</b>	<b>0.60</b>	0.26	-0.21
DL	<b>0.75</b>	0.44	0.24	<b>0.78</b>	<b>0.76</b>	<b>0.66</b>	1.00	0.36	<b>0.86</b>	0.25	0.47	-0.24
CL	0.05	0.00	0.02	0.17	0.42	0.37	0.36	1.00	0.37	-0.10	-0.01	0.30
RV	<b>0.80</b>	<b>0.60</b>	0.05	<b>0.92</b>	<b>0.74</b>	<b>0.76</b>	<b>0.86</b>	0.37	1.00	0.35	0.46	-0.19
RA	0.32	0.14	-0.20	<b>0.53</b>	0.37	<b>0.60</b>	0.25	-0.10	0.35	1.00	0.17	<b>-0.54</b>
AC	<b>0.71</b>	0.04	0.06	0.47	0.23	0.26	0.47	-0.01	0.46	0.17	1.00	-0.08
VC	-0.24	-0.04	-0.23	-0.28	-0.20	-0.21	-0.24	0.30	-0.19	<b>-0.54</b>	-0.08	1.00

DA= densidad absoluta; A= altura; AB= área basal; D= dosel; CPC= cobertura de protección para crías; CPA= cobertura de protección para adultos; DL= densidad lineal; CL= cobertura lineal; RV= riqueza de arbustivas; RA= riqueza de árboles; AC= valor de importancia de árboles comestibles; VC= valor de importancia de arbustivas comestibles.  $p < 0.05$ ; correlaciones marcadas en rojo  $> 0.80$

El modelo general de regresión múltiple (GRM) con análisis gradual (stepwise) señala que la abundancia de rastros de venado temazate por transecto puede explicarse en un 96% ( $r=0.98$ ,  $g.l.=11$ ,  $p=0.000$ ) por las variables de vegetación de densidad absoluta ( $F= 49.31$ ,  $g.l.=1$ ,  $p=0.00002$ ; Fig. 16a) y árboles comestibles ( $F= 39.62$ ,  $g.l.= 1$ ,  $p=0.00005$ ; Fig. 16b)



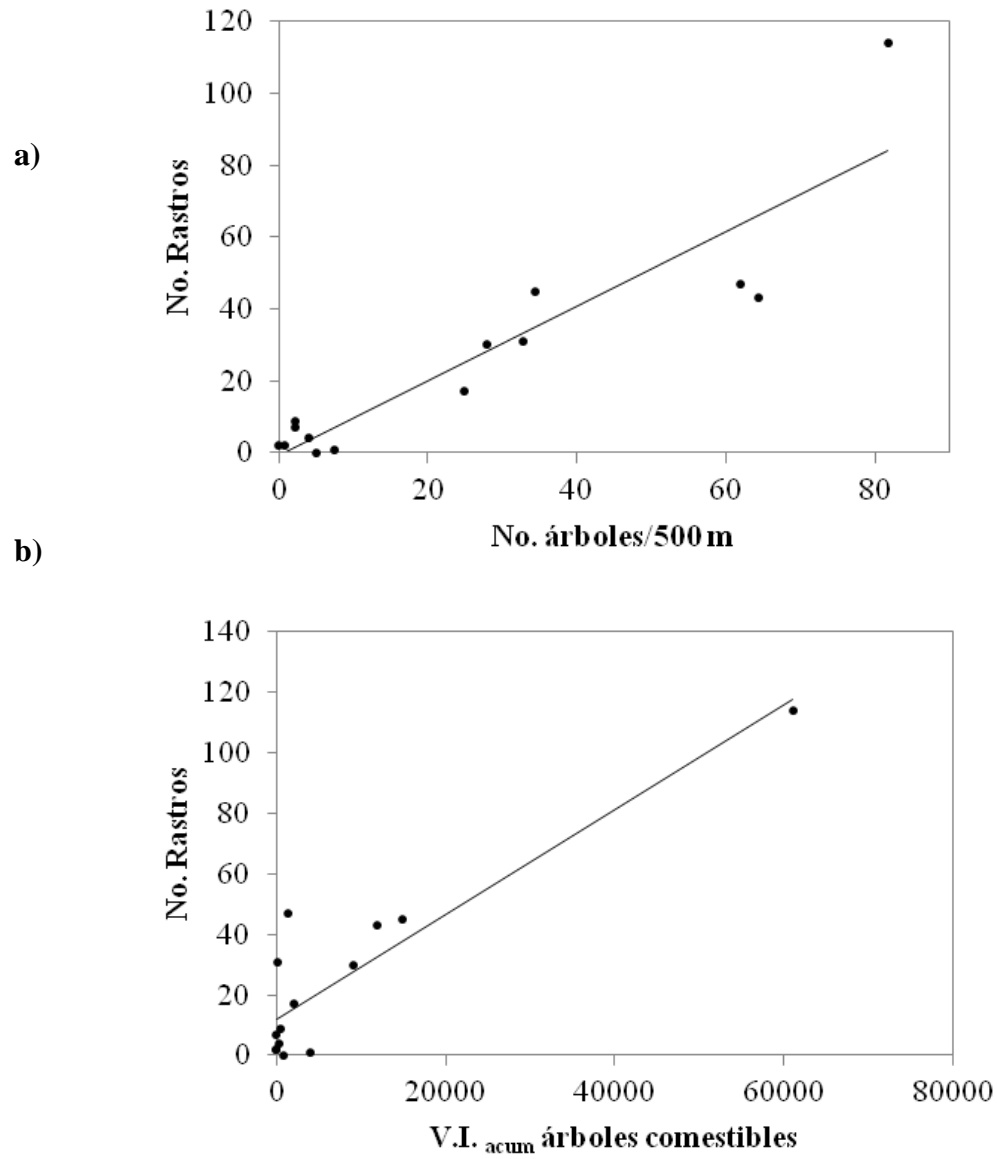


Figura 16. Regresiones de la abundancia de rastros frente las variables ambientales a) densidad absoluta; b) árboles comestibles; c) cobertura de dosel

Por otro lado, las variables relacionadas con la presencia de rastros a nivel de puntos de microhábitat son dosel ( $p= 0.009$ ; Fig. 17 a) y densidad lineal ( $p=0.002$ ; Fig. 17 b)

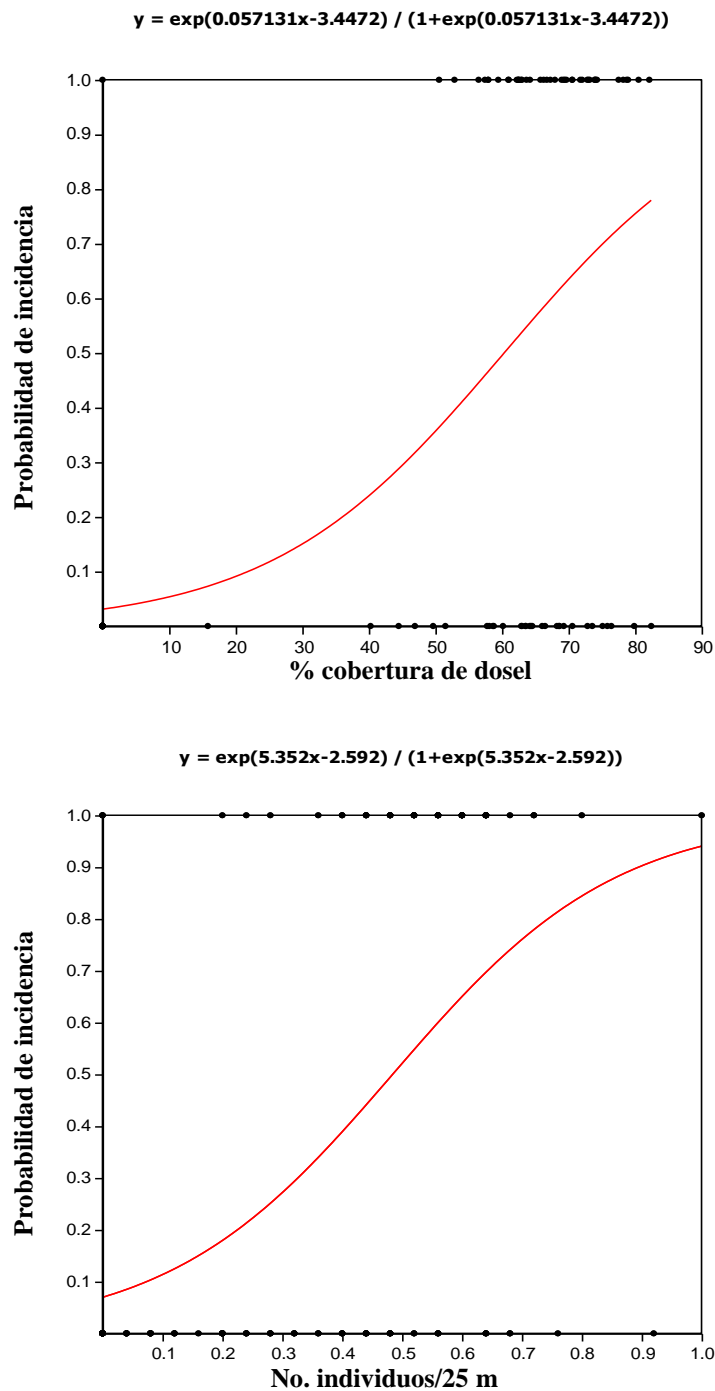


Figura 17. Regresión logística de la incidencia de rastros frente las variables ambientales de a) cobertura de dosel y b) densidad lineal

## **Discusión**

### **Distribución y Abundancia**

Los resultados muestran que en los bosques mesófilos de San Bartolo aun se encuentran individuos de esta especie. Encontramos tres zonas de agregación en la distribución de los rastros de venado temazate, los sitios C2, C4 y C7, este patrón de agregación del temazate se ha observado ya en otros estudios hechos en zonas con cierto grado de perturbación (Escamilla et al. 2000, Daily et al. 2003).

Se observó una baja abundancia en los sitios perturbados, menos del 10% del total de los rastros encontrados. Estos resultados nos indican que el venado temazate prefiere fuertemente los sitios con mayor cobertura vegetal y evita las zonas deforestadas. Lo anterior coincide con lo encontrado por otros autores, quienes sugieren que el venado temazate se comporta como un especialista de hábitat y prefiere los sitios más conservados y arbolados, incluso ha sido considerado como indicador de ambientes conservados (Álvarez del Toro 1972, Leopold 1977, Bello et al. 2004, Weber 2008).

La abundancia promedio de rastros estimada para este estudio es de 0.011/Km. La cual es baja en comparación con la reportada por otros trabajos en bosque mesófilo de montaña (0.38 rastros/km; (Lira y Naranjo 2003) y en selvas (0.29, 0.12, 2.36, 0.1, 5.1 rastros/km; (Bolaños y Naranjo 2001, Bello et al. 2004, Martínez-Kú et al. 2008, Naranjo 2008, Reyna y Tanner 2010). Sin embargo, es importante mencionar que en estos trabajos el hábitat disponible para el venado temazate fue mayor del que actualmente dispone en nuestra área de estudio. Lo anterior debido a la deforestación y cambio de uso de suelo que ha tenido la zona a lo largo de los años.

El sitio P5 fue el que presentó una mayor abundancia de rastros de los sitios perturbados, lo cual podría estar relacionado con la presencia de cultivos de frijol, pues se sabe que el temazate es un consumidor importante y un visitante frecuente en este tipo de cultivos, siempre y cuando se encuentren cercanos a sitios de BMM o Selva, inclusive se le ha catalogado como plaga en algunos lugares del Estado de Tabasco (Mendez y Bello 2005).

## **Caracterización del hábitat**

El venado temazate en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec busca hábitats dominados por árboles maduros y una cobertura de dosel cerrada, al igual que en otros lugares de su distribución (Escamilla et al. 2000). Incluso en zonas con cierto grado de fragmentación el temazate es capaz de sobrevivir utilizando pequeños remanentes de bosques en forma de franjas riparias que cruzan el paisaje (Daily et al. 2003).

La cobertura de protección a crías de venado temazate fue menor que la observada en Parque Estatal La Sierra en Tabasco y similar a la de Tenosique, ubicado en el mismo estado. Esta última tiene en común con nuestra área de estudio que presenta áreas deforestadas y remanentes de vegetación fragmentada. Sin embargo la cobertura de protección total fue considerablemente mayor en este estudio comparada con la reportada para Tenosique (Bello et al. 2004).

La altura promedio de los árboles fue mucho mayor en este estudio que la de otros estudios pero esto muy probablemente esté ligado a las diferencias entre los tipos de vegetación de cada sitio de muestreo (Bello et al. 2004).

## **Fluctuación de las variables ambientales de acuerdo al grado de perturbación**

Se registró que la mayoría de los sitios conservados (excepto el C5 por la cercanía con manchas urbanas) presentaron valores significativos de densidad de árboles y cobertura de protección para crías y adultos, lo que describe zonas conservadas de bosque mesófilo de montaña importantes que el venado temazate está utilizando como parte de su área de actividad. Los sitios conservados se encuentran dominados por especies arbóreas como *Quercus xalapensis*, *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, *Q. laurina* y *Dicksonia sellowiana*; y el estrato arbustivo por *Miconia glaberrina*, *Eugenia capuli*, *Prunus brachybothria* y *Lomariopsis mexicana*, lo cual posiblemente esté influyendo directamente en los valores altos encontrados de rastros de venado temazate.

Por otra parte los sitios perturbados (P1-P3, P6 y P7) describen zonas fuertemente afectadas por la deforestación y ganadería lo que se ve reflejada en la poca abundancia de rastros del temazate (Cuadro 10, Fig. 14) y en los valores de las variables ambientales utilizadas para caracterizar el hábitat por transecto (Cuadro 10). El P4 presentó mayor área basal y menor cobertura de dosel, posiblemente debido a la estructura forestal dominante consistente en especies de rápido

crecimiento y capaces de colonizar suelos expuestos, desnudos y perturbados (Distrital 1978, CATIE 1995)

### **Atributos de la estructura vegetal que definen la abundancia de rastros de venado temazate**

En este estudio la densidad absoluta y especies arbóreas comestibles fueron las variables ambientales que se relacionan de manera significativa con la abundancia de rastros a nivel de transecto y el dosel y la densidad lineal a nivel de microhábitat. Estos son atributos que se encuentran ligados directamente con el buen estado de conservación de los bosques mesófilos, lo que apoya la idea de que el venado temazate es un especialista de sitios conservados (Weber 2008) aunque hay otros lugares donde soportan vegetación secundaria (Urquiza-Haas et al. 2010, Thorton et al. 2011),

A pesar de que la presencia de cuerpos de agua es un factor determinante para la distribución y abundancia de otros venados, estudios como el de Martínez-Ku, *et al.* (2008) señalan que el venado temazate podría no presentar una afinidad hacia los mismos, además de que los bosques mesófilos de montaña se caracterizan por una alta disponibilidad de agua y humedad ambiental durante todo el año (Hamilton 1995).

## **Conclusión**

La abundancia relativa de venado temazate en los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec es baja comparada con otros estudios del sureste del país. Mas del 90% de los rastros se concentran en zonas de gran cobertura forestal, es decir en los sitios considerados como conservados, que son los que le ofrecen una mejor protección contra sus depredadores y una mayor disponibilidad de alimento tanto en el paisaje como en el micro hábitat. Los atributos de la estructura vegetal describen y separan de manera precisa a los sitios en conservados y perturbados. La densidad absoluta, valor de importancia de árboles comestibles, dosel y densidad lineal son los atributos que definen la abundancia de rastros de venado temazate en, lo que nos sugiere que el venado temazate es un especialista de zonas arboladas y bien conservadas

## **Bibliografía**

- Álvarez del Toro, A. 1972. Los mamíferos de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas, Chiapas, México.
- Ávila-Najera, D. M., O. C. Rosas-Rosas, L. A. Tarango-Arámbula, J. F. Martínez-Montoya, y E. Santoyo-Brito. 2011. Conocimiento, uso y valor cultural de seis presas del jaguar (*Panthera onca*) y su relación con éste, en San Nicolás de los Montes, San Luis Potosí, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**:1020-1028.
- Bell, E. D. 1998. Spatio-temporal dynamics of UK moths. Universidad de Leicester, Reino Unido.
- Bello, J., C. Guzman-Aguirre, y C. Chablé-Montero. 2004. Caracterización del habitat de tres especies de artiodáctilos en un área fragmentada de Tabasco México. Pp. 136-145 *Memorias VI congreso internacional sobre manejo de fauna silvestre en la Amazonía y América latina*, Iquitos, Perú.
- Bodmer, R. E., J. F. Eisenberg, y H. Redford. 1997. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. *Conservation Biology* **11**:460-466.
- Bolaños, J. E. y E. Naranjo. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del Río Lacantún, Chiapas, México. *Revista mexicana de Mastozoología* **5**:45-57.
- Canfield, R. 1941. Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation. *J. Forestry* **39**:388-394.
- Cromsigt, J. P. G. M., H. H. T. Prins, y H. Olf. 2009. Habitat Heterogeneity as a Driver of Ungulate Diversity and Distribution Patterns: Interaction of Body Mass and Digestive Strategy. *Diversity and Distributions* **15**:513-522.
- Daily, G. C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán, y A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities in Agricultural Landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* **17**:1814-1826.
- Dasman, W. 1971. If deer are to survive. Stackpole books, Harrisburg.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary Neotropical Defaunation and Forest Structure, Function, and Diversity. *Conservation Biology* **4**.

- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, y C. Galindo-Leal. 2000. Habitat Mosaic, Wildlife Availability, and Hunting in the Tropical Forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* **14**:1592-1601.
- Gallina, S. 2005. Temazate (*Mazama americana*). *en* G. Ceballos y G. Oliva, editors. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Griffith, B. y B. A. Youtie. 1988. Two devices for estimating foliage density and deer hiding cover. *Wildlife society bulletin* **16**:206-210.
- Guerrero, F. M. y J. M. Ramírez. 2012. El Análisis De Escalamiento Multidimensional: Una Alternativa y un Complemento a Otras Técnicas Multivariantes. La sociología en sus escenarios. Centro de Estudios de Opinión (CEO) de la Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Hamilton, L. S. 1995. Mountain Cloud Forest Conservation and Research: A Synopsis. *Mountain Research and Development* **15**:259-266.
- Hammer, O., D. A. T. Harper, y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* **4**:9.
- Ishida, M. 2004. Automatic thresholding for digital hemispherical photography. *Canadian Journal of Forest Research* **34**:2208–2216.
- Kruskal, J. B. 1964. Nonmetric Multidimensional Scaling: A Numerical Method. *Psychometrika* **2**:115-129.
- Kuusipalo, J. 1985. On the use of tree stand parameters in estimating light conditions below the canopy. *Silva Fennica* **19**:185-196.
- Legendre, P. y L. Legendre. 2003. Numerical ecology. Elsevier, Netherlands.
- Leopold, A. S. 1959. Fauna silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, a. c., México.
- Leopold, A. S. 1977. Temazate. *Mazama americana* y especies afines. *en* A. S. Leopold, editor. Fauna Silvestre de México (aves y mamíferos de caza). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Mexico.
- Lira, I. y E. Naranjo. 2003. Abundancia, preferencias de hábitat e impacto del ecoturismo sobre el puma y dos de sus presas en la reserva de la biósfera El Triunfo, Chiapas, México. *Revista mexicana de Mastozoología* **7**:20-39.



- Macromedia, I. 2004. Fireworks MX. San Francisco, E.U.
- Maestre, F. T., J. Cortina, S. Bautista, J. Bellot, y R. Vallejo. 2003. Small-scale environmental heterogeneity and spatio-temporal dynamics of seedling survival in a degraded semiarid ecosystem. *Ecosystems* **6**:630-643.
- Maffei, L. y A. B. Taber. 2003. Área de acción de *Mazama americana* (Cervidae) en un bosque seco de Bolivia. *Ecología en Bolivia* **38**:179-180.
- Martínez-Kú, D. H., G. Escalona-Segura, y J. A. Vargas-Contreras. 2008. Importancia de las aguadas para los mamíferos de talla mediana y grande en Calakmul, Campeche, México. *in* C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, editors. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- McCaffery, K. R. 1976. Deer Trail Counts as an Index to Populations and Habitat Use. *The Journal of Wildlife Management* **40**:308-316.
- Mendez, S. M. y J. Bello. 2005. Daños a los cultivos de frijol, por mamíferos silvestres, en el ejido Agua Blanca, Tacotalpa, Tabasco, México. *in* T. Ramon, editor. *Semana de divulgación y video científico, UJAT 2005*. UJAT, Villahermosa, Tabasco.
- Moreno, R. S., R. W. Kays, y R. Samudio. 2006. Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and Puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy* **87**:808-816.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Naranjo, E. 2007. Uso sustentable y conservación de ungulados silvestres en la Selva Lacandona, Chiapas, México. Pages 183-196 *in* G. Sánchez-Rojas y A. Rojas-Martínez, editors. *Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca.
- Naranjo, E. 2008. Uso y conservación de mamíferos en la selva Lacandona, Chiapas, México. Pp. 675-691 *in* C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, editors. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Mexico, D.F.

## **CAPITULO III. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES**

## **Limitaciones del trabajo y temas pendientes para estudios futuros**

Este estudio representa uno de los primeros esfuerzos de conocimiento sobre el estado de las poblaciones de venado temazate en Hidalgo. No obstante, es importante identificar las limitaciones del mismo y los puntos que podrían contribuir a su mejoramiento en el futuro.

A pesar de que la abundancia relativa es una herramienta útil para comparar los índices de diferentes lugares y se ha observado que está estrechamente relacionada con el número de individuos (Ojasti 2000), no podemos saber con certeza el número de venados que se distribuyen en esta zona, solo podemos decir, a partir de los rastros que comparado con otros sitios la abundancia relativa de venado temazate es baja.

Por otro lado, para la creación de mapas de cobertura forestal no se colectaron puntos de verificación y entrenamiento, por lo tanto no sabemos con certeza que tan confiable son los mapas. Sería importante realizar este ejercicio como punto de mejoramiento del trabajo (Cayuela et al. 2006)

Las entrevistas fueron de mucho provecho para aproximarnos al conocimiento, aprovechamiento y percepción que tienen los habitantes de las comunidades a cerca del temazate, sin embargo podrían ser objeto de potenciales fuentes de error que podrían sesgar los resultados (Wright 1978). La principal fuente de error que consideramos es el sesgo de temor, debido a que las autoridades locales prohíben la cacería en las comunidades estudiadas y los habitantes saben de esta prohibición. Existen otros métodos que permiten saber con mas precisión la biomasa extraída de fauna silvestre, que involucran el establecer un lazo de confianza previo con la comunidad y que permite generar datos de mayor credibilidad (Escamilla et al. 2000, Weber 2005, 2008)

Una última limitación al trabajo es que para relacionar la variable alimento con la abundancia relativa del venado temazate utilizamos una lista de especies generada en otro sitio, la Sierra Nororiental de Puebla (Villarreal 2008) y si bien se trata de un lugar con vegetación similar y no tan alejado de nuestra zona de estudio, sería mucho mejor si se pudiera realizar un estudio sobre la composición de la dieta del venado temazate en los bosques de San Bartolo Tutotepec.

## Conclusión general

A partir de un modelo lineal general de regresión múltiple (stepwise) entre la abundancia relativa de venado temazate y las variables de fragmentación (área núcleo y proximidad), presencia humana (distancia mínima a viviendas) y estructura vegetal del hábitat (densidad absoluta, dosel y valor de importancia de árboles comestibles) se concluyó que las más importantes son distancia mínima a viviendas ( $p= 0.006$ ) + dosel ( $p=0.0001$ ).+ valor de importancia de árboles comestibles (0.00001)

Lo anterior sugiere que el alimento es un factor limitante para la distribución del venado temazate y que ocupa solo las zonas más arboladas y lejanas a los asentamientos humanos. A partir de esto podemos concluir que se trata de un especialista de interior de bosque.

### *Implicaciones de conservación*

Los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo, son considerados como de alta prioridad para la conservación de la biodiversidad (CONABIO 2010). Adicionalmente este tipo de vegetación representa uno de los últimos hábitat adecuados para las poblaciones más norteañas del temazate. Sin embargo es un sistema muy vulnerable debido a que la zona presenta un alto nivel de fragmentación antropogénica.

En este estudio, al igual que en otros, sugerimos considerar a *M. temama* como prioridad de conservación y creemos que la clave podría estar en la conservación de los hábitat de vegetación primaria remanente que ofrecen refugio y comida al venado a pesar de encontrarse rodeados por zonas dedicadas a actividades humanas (Daily 2001, Daily et al. 2003). Además sería importante que la frecuencia de cacería disminuyera en la zona.

Para lograr lo anterior proponemos la conservación de los sitios C2, C4 y C7 que representan zonas de agregación de rastros y consecuentemente de temazates. Esto mediante el establecimiento de una unidad de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) que podría incluir actividades no extractivas como el ecoturismo o de tipo extractivo como la cacería deportiva pero siempre y cuando se haga de manera sustentable y regulada. Como un objetivo a

largo plazo podría plantearse un proyecto de reproducción de venado temazate para su aprovechamiento y reintroducción que permitiera aumentar el número de individuos en la zona, ya que según nuestro estudio se presenta en bajas abundancias con respecto a otros lugares donde se distribuye esta especie. Para verificar que la UMA esta cumpliendo con su papel en la conservación del venado temazate resultaría imprescindible contar con una estrategia de monitoreo permanente. Como parte del mejoramiento de hábitat sugerimos promover la reforestación de las zonas aledañas a estos sitios con el objetivo de aumentar el área núcleo y reducir el aislamiento entre los remanentes de hábitat.

Se piensa que la UMA además de contribuir a la conservación de la especie ayudaría también a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las comunidades de la región.

## **Bibliografía**

- Cayuela, L., J. M. R. Benayas, y C. Echeverría. 2006. Clearance and fragmentation of tropical montane forests in the Highlands of Chiapas, Mexico (1975–2000). *Forest Ecology and Management* **226**:208-218.
- Conabio. 2010. *El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible*, México D.F., México.
- Daily, G. C. 2001. Ecological forecasts. *Nature* **411**:245.
- Daily, G. C., G. Ceballos, J. Pacheco, G. Suzán, y A. Sánchez-Azofeifa. 2003. Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities in Agricultural Landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* **17**:1814-1826.
- Escamilla, A., M. Sanvicente, M. Sosa, y C. Galindo-Leal. 2000. Habitat Mosaic, Wildlife Availability, and Hunting in the Tropical Forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* **14**:1592-1601.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Smith Lithograph Corporation, Rockville, Maryland.
- Villarreal-Espino, O. A., L. E. Campos-Armendia, T. A. Castillo-Martínez, I. Cortes-Mena, F. X. Plata-Pérez, y G. D. Mendoza-Martínez. 2008. Composición botánica de la dieta del venado temazate rojo (*Mazama temama*), en la sierra nororiental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia* **24**:183-188.
- Weber, M. 2005. *Ecology and conservation of sympatric tropical deer populations in the Greater Calakmul Region, south-eastern Mexico*. University of Durham, Durham, United Kingdom.
- Weber, M. 2008. Un especialista, un generalista y un oportunista: uso de tipos de vegetación por tres especies de venados en Calakmul, Campeche. *en* C. Lorenzo, E. Espinoza, y J. Ortega, editors. *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Wright, V. L. 1978. Causes and effects of biases on waterfowl harvest estimates. *Journal of Wildlife Management* **42**:251-262

## **Anexos**

### **Anexo I. Definición de conceptos**

#### *Fragmentación del hábitat*

La fragmentación del hábitat es un proceso que implica cuatro efectos: a) reducción de la cantidad de hábitat, b) incremento en el número de fragmentos de hábitat, c) reducción en el tamaño de los fragmentos de hábitat y d) incremento en el aislamiento de los fragmentos de hábitat (Fahrig 2003)

#### *Cacería de subsistencia*

La cacería es una actividad mediante la cual se extrae la fauna silvestre de su medio natural. La cacería de subsistencia puede definirse como una actividad de recolección de animales silvestres vivos o muertos a través de técnicas rústicas que desarrollan los indígenas y campesinos de las zonas marginales para utilizar los productos de la fauna silvestre, principalmente para consumo doméstico, intercambio o venta parcial. Constituye una alternativa para el aprovisionamiento de carne de buena calidad, una estrategia para eliminar los animales que causan daño a los cultivos y un espacio de articulación social y entretenimiento local (Robinson y Redford 1994)

#### *Abundancia relativa*

La abundancia relativa es una medida que nos permite comparar los índices de diferentes lugares y se ha observado que está estrechamente relacionada con el número de individuos, es decir que a mayor densidad de rastros, mayor número de individuos, aunque también puede indicar que se trata de sitios preferidos por los individuos. Sin embargo si el objetivo primordial es detectar diferencias entre lugares o periodos la transformación del índice en densidad no es necesaria (Ojasti 2000)

### *Habitat y microhábitat*

El hábitat es el lugar físico donde vive un organismo y está caracterizado por diferentes recursos y condiciones que el organismo puede aprovechar. El hábitat puede subdividirse en microhábitats, que son hábitats especializados con un límite de organismos que puede soportar, dependiendo de la disponibilidad de recursos (Jones 1997)



**Anexo II. Descripción de las mediciones de fragmentación de hábitat utilizadas en este estudio**

<b>Área total (Total area)</b>	
$AT = A \left( \frac{1}{10000} \right)$ A= <b>área total del paisaje</b>	
Descripción	AT es igual al área total del paisaje (m <sup>2</sup> ) dividido entre 10 000 (para convertirlo a hectáreas)
Unidades	Hectáreas
Rango	AT > 0 , sin límite
Comentarios	Es importante debido a que define la extensión del paisaje

<b>Área núcleo total (total core area)</b>	
$TCA = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^c \left( \frac{1}{10000} \right)$ $a_{ij}^c$ = área núcleo (m <sup>2</sup> ) del parche ij basada en una longitud de borde especificada (100m)	
Descripción	Se define como el área más allá de la influencia del efecto de borde
Unidades	Hectáreas
Rango	TCA ≥ 0 sin límite
Comentarios	Este ha sido un mejor predictor que el área total para organismos especialistas de interior de bosque. La forma del fragmento influye en el área núcleo.

<b>borde total (total edge)</b>	
$TE = E$ E= longitud total (m) del borde en el paisaje	
Descripción	Es una medida absoluta de la longitud total del borde de todos los fragmentos de un paisaje
Unidades	Metros
Rango	TE ≥ 0 sin límite
Comentarios	Es una medida útil cuando se comparan paisajes de tamaño similar

### índice de forma del paisaje (landscape shape index)

$$LSI = \frac{e}{\min e}$$

e= longitud total del borde en términos de número de celdas de superficie; incluye todos los márgenes del paisaje y los segmentos de borde  
 min e= longitud de borde mínima en términos de número de celdas de superficie

Descripción	LSI es igual a la longitud total del borde dado en número de celdas de superficie dividido entre la longitud de borde mínima posible para un paisaje completamente agregado, también dado en número de celdas de superficie, el cual es alcanzado cuando el paisaje está completamente agregado en un solo fragmento.
Unidades	Ninguna
Rango	LSI ≥ 1 sin límite LSI= 1 cuando el paisaje consiste en un solo fragmento cuadrado o completamente compacto (casi cuadrado). LSI aumenta sin límites conforme el paisaje se desagrega
Comentarios	LSI proporciona una medida simple de agregación o agrupación

### Índice de proximidad (50 m de radio). Proximity index

$$PROX = \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$$

a<sub>ij<sub>s</sub></sub>= área (m<sup>2</sup>) del parche ijs dentro de la vecindad especificada (50 m) del fragmento ij  
 h<sub>ij<sub>s</sub></sub>= distancia (m) entre fragmento ijs y fragmento ij, basado en la distancia borde-a-borde, calculado desde y hasta el centro de la celda

Descripción	Índice de proximidad es igual a la suma del área de los fragmentos (m <sup>2</sup> ) dividido entre la distancia borde-a-borde más cercana elevada al cuadrado entre el fragmento y el fragmento focal de todos los fragmentos del paisaje.
Unidades	Ninguna

Rango	$Prox \geq 0$ $Prox = 0$ si un parche no tiene vecinos dentro del radio de búsqueda seleccionado. Prox aumenta conforme los fragmentos se encuentran más cercanos y contiguos
Comentarios	Este índice toma en cuenta la distancia y el área de los fragmentos cuyo borde se encuentra dentro del radio de búsqueda predeterminado. Es útil para hacer comparaciones.

<b>índice de división (Landscape division index)</b>	
$Division = \left[ 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left( \frac{a_{ij}}{A} \right)^2 \right]$	$a_{ij}$ = área ( $m^2$ ) del fragmento ij $A$ = área total del paisaje ( $m^2$ )
Descripción	División es igual a uno menos la suma del área del fragmento ( $m^2$ ), al cuadrado, sumado a través de todos los parches del paisaje. Nota: el área total del paisaje (A) incluye cualquier fondo interno presente.
Unidades	Proporción
Rango	$0 \leq Division < 1$ $Division = 0$ cuando el paisaje consiste en un solo parche. División se aproxima a 1 cuando el paisaje se compone de un solo fragmento pequeño de una sola celda de área. Cuando la proporción del paisaje disminuye y los fragmentos son más pequeños, división se aproxima a 1
Comentarios	División se basa en el área acumulada del fragmento y es interpretada como la probabilidad de que dos píxeles elegidos al azar del paisaje se encuentren en diferentes fragmentos.

**Anexo III. Información demográfica selecta de las doce comunidades aledañas a los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo en el 2011**

Comunidad		Pueblo Nuevo	El hongo	El encinal	Tierra Fuerte	Chicamole	Tutotepec	La Vereda	Progreso	Tenantitlán	La Ventilla	Medio Monte	Río chiquito
Población	Jefes de familia	39	14	24	29	46	73	67	16	31	8	12	85
	Hombres	64	25	46	53	79	131	101	25	40	22	19	120
	Mujeres	72	22	40	51	82	127	113	29	52	18	50	110
	Total	136	47	86	104	161	258	214	54	92	40	69	230
Lengua	Solo dialecto	3	1	7	7	3	0	7	0	3	4	0	0
	Dialecto y español	46	79	97	158	258	207	54	89	36	69	230	0
Ocupación (12 años o más)	Agricultura												
	Nivel alto	0	0	0	0	0	0	6	0	0	3	0	0
	Nivel medio	0	0	0	0	0	8	19	0	7	1	4	0
	Nivel bajo	7	5	12	13	19	12	32	2	4	1	5	22
	Ganadería	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0
	Caza-Pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Artesanías	0	0	0	0	0	4	23	0	26	3	9	41
	Comercio	3	0	0	0	1	2	3	3	0	0	1	0
	Otros	30	13	19	18	35	85	16	13	13	9	0	9
	No productivos	66	21	34	44	76	79	51	16	16	12	1	0
Escolaridad	Analfabetas	49	16	34	30	60	57	85	12	33	6	50	49
	Saben leer y escribir	14	7	7	25	29	44	27	11	9	8	0	70
	Primaria completa	13	5	10	8	16	33	16	6	9	4	0	26
	Secundaria completa	18	5	11	3	15	32	9	4	8	7	0	16
	Preparatoria	2	8	0	0	1	6	0	0	1	0	0	10

Otros estudios	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3
No. Perros	55	73	14	35	33	129	70	17	46	15	20	75

## Anexo IV. Formato de las entrevistas aplicadas a los habitantes de las comunidades aledañas a los bosques mesófilos de San Bartolo Tutotepec, Hidalgo.

Nombre del encuestador: Brenda Muñoz Vazquez

Comunidad \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Entrevista No. \_\_\_\_\_

### I. Información general

1. Nombre	2. Edad
3. Lugar de origen	4. ¿Desde cuándo vive en esta comunidad?
5. ¿Cuántas personas viven en su casa?	6. ¿Qué actividades realiza para sobrevivir?

### II. Ecología

7. ¿Conoce al venado temazate? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si	8. ¿Cuándo lo vio por última vez?
9. ¿Lo ha visto con crías? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si ¿Cuántas? _____ ¿Cuándo? _____	10. ¿En qué tipo de vegetación lo ha visto? <input type="radio"/> Cultivos <input type="radio"/> BMM <input type="radio"/> Selva
11. Considera que son: <input type="radio"/> Abundantes <input type="radio"/> Escasos	

### III. Cacería

12. ¿Practica la cacería? <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No (pasar a la sección V)	13. ¿Con que fin practica la cacería? <input type="radio"/> Alimento <input type="radio"/> Dinero <input type="radio"/> Entretenimiento Otro
14. ¿Cada cuando la realiza?	15. ¿Donde prefiere cazar?
16. ¿En qué época es mejor realizarla?	17. ¿Qué armas usa para ir de cacería?
18. Caza:	19. ¿Cómo lo hace?

<input type="radio"/> Solo <input type="radio"/> Acompañado ¿Cuántos? ____	
20. ¿Qué días y que horarios destina para cazar	21. Hay cazadores foráneos <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si    ¿De dónde? _____
22. ¿Cómo cuantos temazates caza: A la semana ____    Al mes ____    Al año ____	23. Caza hembras, machos y crías por igual: <input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No    ¿Qué caza más? _____
24. ¿Ha cazado al temazate porque de algún modo lo perjudique o moleste? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si    ¿En qué forma? _____	

#### IV. Usos

25. ¿Para qué usa los venados que caza? <input type="radio"/> Alimento <input type="radio"/> Trofeo <input type="radio"/> Venta <input type="radio"/> Mascota	26. ¿Ha comido temazate? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si ¿Cómo lo prepara? _____
27. ¿Como los ha conseguido? <input type="radio"/> Regalado <input type="radio"/> Comprado <input type="radio"/> Cazado	28. ¿Qué partes consume? <input type="radio"/> Carne <input type="radio"/> Piel <input type="radio"/> Huesos <input type="radio"/> Otro _____
29. ¿Alguna vez los ha criado? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si	30. ¿Bajo qué condiciones? _____ _____ -
31. ¿Qué les da de comer? _____ _____ -	32. ¿Se han reproducido? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si
33. ¿Las crías han sobrevivido? <input type="radio"/> No <input type="radio"/> Si	34. ¿Con que fin los cría? _____ _____

#### V. Personas que no realizan cacería

35. ¿Por qué no realiza cacería?	36. ¿Come temazate? ¿Cada cuanto?
----------------------------------	-----------------------------------

37. ¿Cuál es su visión hacia el temazate, que representa para usted? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo V. Fórmulas utilizadas para hacer la caracterización del hábitat del venado temazate.**

a)

*Distancia total = Suma de las distancias*

*Distancia media (D) = promedio de las distancias*

$$\text{Densidad absoluta (DA)} = \frac{\text{Area}}{D^2}$$

*Altura media = promedio de las alturas*

$$\text{Área basal (ab)} = \sum \pi \times (DAP/2)^2$$

*Riqueza forestal= número de especies*

b)

$$V.i._{acum} = v.i \ sp_1 + v.i \ sp_2 + \dots + v.i \ sp_n$$

*V.i = densidad absoluta (da) + dominancia(d) + frecuencia absoluta(fa)*

$$(da) = \frac{DA}{f}$$

$$\text{Frecuencia (f)} = \frac{\text{No. individuos de la especie}}{\text{No. total de individuos}}$$

$$d = da \times ab$$

$$fa = \frac{\text{No. cuadrantes ocupados por la especie}}{\text{No. total de cuadrantes}} \times 100$$



c)

$$\text{Densidad lineal (IDL)} = \frac{\text{No. de individuos por especie (ni)}}{\text{longitud del transecto (L)}}$$

$$\text{Cobertura lineal (ICl)} = \frac{\text{Suma de interceptos por especie (li)}}{L}$$

*Riqueza arbustiva = número de especies*

d)

$$V.i_{acum} = v.i_{sp_1} + v.i_{sp_2} + \dots + v.i_{sp_n}$$

$$V.i = IDI + ICI + \text{Frecuencia (f)}$$

$$f = \frac{\text{No. individuos (ji)}}{\text{Total individuos (k)}}$$

## Anexo VI. Valor de importancia de las especies vegetales para cada uno de los transectos

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	<b>Árboles</b>													
<i>Alnus acuminata</i>	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	4.6	0.4	0.3	1.7	4.7	99.8	568.8
<i>Alnus jorullensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.3	0.0	67.2	0.2	113.2	0.3
<i>Alsophila firma</i>	0.0	5.5	0.0	0.0	0.4	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Anona cherimola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
<i>Befaria aestuans</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Buddleia cordata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	2.2	0.0	0.0	1.0
<i>Carpinus caroliniana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chiococca pachyphylla</i>	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Clethra macrophylla</i>	1.0	0.5	3.5	0.0	41.8	11.6	0.7	1.0	0.6	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2
<i>Clethra mexicana</i>	23.5	2.5	102.1	0.0	0.0	161.0	4.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cnidioscolus multilobus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
<i>Cyathea fulva</i>	36.3	2.0	118.9	131.3	13.2	0.0	37.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Dicksonia sellowiana</i>	18.1	0.0	30.5	469.5	0.0	0.0	81.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Erythrina lanata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Eugenia capuli</i>	0.0	0.6	3.8	79.1	11.2	16.2	3.6	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i>	0.0	1365.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gymnanthes longipes</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0
<i>Juniperus monticola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Liquidambar macrophylla</i>	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.0	0.0	0.0	60.2	11.0	771.1	49.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Magnolia schiedeana</i>	0.0	0.0	3.6	211.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Malus sylvestris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Oreopanax xalapensis</i>	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0
<i>Persea americana</i>	0.0	0.0	0.3	24.2	0.0	0.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persea schiedeana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	1.5	0.0
<i>Pinus greggi</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0
<i>Pinus patula</i>	3.9	0.0	0.0	0.0	5.6	13.2	108.9	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Pinus teocote</i>	294.1	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
<i>Prunus brachybotrya</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	16.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Prunus persica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Prunus serotina</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0

<i>Psidium guajava</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus crassifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	3.1	0.3	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0
<i>Quercus eugeniifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	216.3	946.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus laurina</i>	26.8	15.2	1248.6	58.4	1.6	65.1	189.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus macrophylla</i>	5.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus ocoteaefolia</i>	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.8	0.0	0.1	0.0	0.4	3.9	0.0	8.8
<i>Quercus sartorii</i>	0.1	10.0	0.5	10.0	8.2	1.2	0.0	2.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus xalapensis</i>	1.3	4.0	3060.8	1846.8	13.8	161.6	2228.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Thevetia peruviana</i>	0	0	0	4.94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arbustos														
<i>Adiantum capillus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Alnus acuminata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Arisaema macrospatum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Asplenium abscissum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Baccharis conferta</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Befaria aestuans</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Begonia sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Buddleia cordata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Capsicum pubescens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Carpinus caroliniana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chusquea aperta</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Clethra macrophylla</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Clethra mexicana</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Conostegia arborea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cucurbita pepo</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyathea fulva</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cynodon spp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Dicksonia sellowiana</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Dryopteris wallichiana</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Elaphoglossum sp.</i>	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Eugenia capuli</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Fagus grandifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

subsp. <i>mexicana</i>														
<i>Hydrangea hortensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Juniperus monticola</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Leandra melanodesma</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Liquidambar macrophylla</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lomariopsis mexicana</i>	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
<i>Luffa cylindrica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Magnolia schiedeana</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Marattia weinmanniifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Miconia glaberrima</i>	0.2	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Miconia oligotricha</i>	9.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Oreopanax xalapensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Palicourea sp.</i>	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persea americana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persea schiedeana</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Phaciela distans</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Phaseolus vulgaris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Phytolacca icosandra</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pinus teocote</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Prunus brachybotrya</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus eugeniifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus laurina</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus ocoteofila</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus sartorii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Quercus xalapensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Rhamnus humilis</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Rhapis humilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Rubus adenotrichus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<i>Sambucus nigra</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Scoparia dulcis</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Selaginella sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Stenocarpus salignus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
<i>Tila americana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Tila houghi</i>	0.0	37.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Trifolium sp.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Zea mays</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Promedio</b>	<b>4.2</b>	<b>13.8</b>	<b>42.7</b>	<b>27.1</b>	<b>1.2</b>	<b>13.5</b>	<b>35.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.1</b>	<b>2.0</b>	<b>5.4</b>
<b>No. especies</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>7</b>