

Contreras-Moreno, Fernando Marcos; de la Cruz-Félix, Keynes; Bello-Gutiérrez, Joaquín;
Hidalgo-Mihart, Mircea Gabriel

Variables del paisaje que determinan la presencia de los venados temazates (*Mazama*
sp.) en el oeste del estado de Campeche, México

Therya, vol. 7, núm. 1, 2016, pp. 3-19

Asociación Mexicana de Mastozoología

Baja California Sur, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=402343647002>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Variables del paisaje que determinan la presencia de los venados temazates (*Mazama* sp.) en el oeste del estado de Campeche, México

Landscape variables that influence the presence of brocket deer (*Mazama* sp.) in the Campeche State, México

Fernando Marcos Contreras-Moreno¹, Keynes de la Cruz-Félix², †Joaquín Bello-Gutiérrez y Mircea Gabriel Hidalgo-Mihart^{1*}

¹ División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5. Villahermosa 86039, Tabasco, México. Email: fernandom28@hotmail.com (FMC), mhidalgo@yahoo.com (MGHM).

² Centro Regional de Investigación en Salud Pública, 30700, Tapachula, Chiapas, México. Email: crenulatum@gmail.com (KCF).

*Corresponding author

The brocket deer (*Mazama temama* and *M. pandora*) are two of the Mexican tropical deer with great importance for subsistence and sport hunters. Brocket deer are considered species with preference for pristine habitats conserved, however at the landscape level, factors such as hunting pressure could influence the presence and abundance of these species. Campeche, is the only Mexican state where it has been authorized the exploitation of the brocket deer for sport hunting. This hunting pressure along with the intense subsistence hunting that occurs in Campeche, could have important effects on the conservation of the species. Establishing what factors determine the presence of the species at the landscape level is essential to elaborate comprehensive management plans of these species to allow their long-term conservation. The aim of this study was to determine the habitat variables at the landscape level that influence the brocket deer presence in the central-western area of Campeche State in Mexico. The study area in the state of Campeche (19° 15' N, -91° 20' W) was divided into six study regions (Chekubul-Cristalina; Chenkan; Chicbul-Km 74; Pixtún-Felipe Carrillo Puerto, Miguel Colorado; Centenario-La Rigueña) following the main paved road of the area and according to the conservation level of the natural ecosystems, presence of flooded areas, and intensity of the human activities where we determine the presence of brocket deer. We searched for brocket deer tracks along 263 transects of 500 m each. The tracks were identified to genus only. The presence/absence of brocket deer in the transects was combined with variables of human and natural origin of the study area in a geographical information system. We use principal component analysis and a logistic regression to determine the relationship between variables and the presence/absence of the brocket deer. We were not able to distinguish by their tracks the two potentially distributed species of brocket deer in the area. Due to this constraint, we did not perform a distinction between both species and all the observed tracks were classified as brocket deer. We found that brocket deer were present only in three of the six studied regions: Miguel Colorado (21.3 % transect had brocket deer presence), Centenario-La Rigueña (20.4 %) and Chenkan (1.7 %). The principal component analysis indicated that the variables determining the presence of brocket deer were, the percentage of preserved forest and distance to pastures, positively associated, while livestock density was negative. The best model obtained by the logistic regression showed that the presence of brocket deer increased when the percentage of preserved forests around transect is increased, while decreasing with increasing livestock density. The presence of conserved forests favors the presence of brocket deer in the study area, while a higher density of cattle decreases the probability of detection. The few records of brocket deer in flooded zones in this study and the lack of detection of the species in previous studies, suggests that these flooded ecosystems may not be suitable for brocket deer, which would have a strong impact on their known distributional range. Finding that brocket deer are present mainly in preserved sites indicates the species could be subject to an intense population reduction in the study area due to the continued habitat loss. The results suggest that before granting authorizations for sport hunting in this region, it is necessary to make accurate estimates of the population distribution and abundance of the species in the region.

Los venados temazates (*Mazama temama* y *M. pandora*) son cérvidos tropicales con gran importancia en México para la cacería de subsistencia y deportiva. Se consideran especies que prefieren hábitats conservados, y a nivel de paisaje, se ha encontrado que algunos factores como la presión de cacería influyen sobre la presencia y abundancia de la especie. El estado de Campeche, México, es la única área donde se ha autorizado la explotación de la especie en unidades de aprovechamiento. La suma de la explotación cinegética y la presión de la cacería de subsistencia podrían tener efectos importantes en la conservación de las especies del Género *Mazama*. Es por ello que el conocer los factores que determinan la presencia de las especies a nivel de paisaje, es esencial para un manejo integral que permita su conservación a largo plazo. El objetivo de este estudio fue identificar y evaluar las variables del hábitat a una escala de paisaje que influyen en la presencia los venados temazates en el oeste de Campeche, México. La zona oeste del estado de Campeche (19° 15' N, -91° 20' W) se dividió en seis áreas con base a las características de uso de suelo y nivel de conservación de los ecosistemas naturales (Chekubul-Cristalina; Chenkan; Chicbul-Km 74; Pixtún-Felipe Carrillo Puerto; Miguel Colorado; Centenario-La Rigueña). La presencia de temazates se determinó mediante la búsqueda de rastros en 263 transectos de 500 m cada uno. En un sistema de información geográfica se registraron de presencia/ausencia de temazates para poder relacionarlos con variables (espacialmente explícitas) de origen antrópico y natural identificadas en el área de estudio. Se utilizó un análisis de componentes principales y una regresión logística para determinar la relación entre las variables y la presencia ausencia de temazates. Se encontró presencia de temazates en Miguel

Colorado (21.3 % de los transectos tiene presencia), Centenario-La Rigueña (20.4 %) y Chenkan (1.7 %). El análisis de componentes principales indicó que las tres variables más importantes para la determinación de la presencia de temazates fueron el porcentaje de selvas conservadas, densidad de ganado y la distancia a potreros. El mejor modelo obtenido con la regresión logística muestra que la presencia de *Mazama* es mayor cuando se incrementa el porcentaje de uso de suelo conservado alrededor del transecto, mientras disminuye al incrementarse la densidad de ganado. La presencia de selvas conservadas favorece la presencia de temazates en el área de estudio, mientras que a mayor densidad de ganado disminuye la probabilidad de detección. La escasa presencia en las zonas inundables estudiadas y los nulos registros en estudios previos, señalan a los ecosistemas de humedales como no aptos para *Mazama temama* y *M. pandora*, lo que tiene un impacto en el área conocida de su distribución. Las especies de *Mazama* dependen de las selvas conservadas, por lo que las poblaciones de estas especies pueden verse reducidas debido a la constante perdida y transformación del hábitat que sufren las regiones selváticas del sur México. Los resultados sugieren que las autorizaciones de cacería deportiva para temazates en el oeste de Campeche, podrían no ser sustentables y deben respaldarse con estudios más rigurosos.

Key words: brocket deer; habitat; preserve forest; sports hunting; subsistence hunting; wetlands.

© 2016 Asociación Mexicana de Mastozoología, www.mastozoologiamexicana.org

Introducción

Los venados temazates rojo (*Mazama temama*) y café (*M. pandora*), son dos de las cinco especies de cérvidos que habitan en México ([Gallina y Mandujano 2009](#)). Ambas especies se distribuyen en las áreas tropicales del país y en general la información sobre ellas es escasa ([Mandujano 2011](#)). La UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) considera al *M. temama* como especie con datos insuficientes ([Bello et al. 2008](#)), mientras que el *M. pandora* lo incluye en la categoría vulnerable ([Weber et al. 2008](#)). En México ninguna de las dos especies se incluye en alguna categoría de riesgo ([SEMARNAT 2010a](#)), pero a partir de 2014 se les considera como especies prioritarias de conservación ([SEMARNAT 2014](#)). En México el aprovechamiento de ambas especies es posible dentro del esquema de cacería de subsistencia y con restricciones dentro del esquema de Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA; [Weber y González 2003](#)).

La importancia principal de los temazates en México se debe a que forman parte de la dieta de los pobladores rurales, razón por la cual son intensamente cazados dentro del esquema de cacería de subsistencia ([Naranjo y Bodmer 2007](#); [Reyna-Hurtado y Tanner 2010](#); [Santos-Fita et al. 2012](#); [Weber 2014](#)). Asimismo, las especies de *Mazama* mexicanos son valorados como recurso cinegético ([García-Marmolejo et al. 2008](#)), ya que son trofeos de caza mayor y forman parte de competencias internacionales de cacería deportiva ([Villarreal et al. 2008](#)).

Las características de hábitat que determinan la presencia/ausencia de temazates son dependientes de la escala a la que se midan ([García-Marmolejo et al. 2015](#)). Esto obedece a que un mismo proceso ecológico puede generar patrones diferentes a distintas escalas espaciales al estar regulado por mecanismos distintos en cada escala ([Levin 1992](#)). La escala de paisaje o macrohabitat debe entenderse como aquella que permite evaluar la respuesta de los organismos frente a condiciones y recursos ambientales que son heterogéneos en el espacio, condicionando en gran medida el funcionamiento de los organismos a dicha heterogeneidad espacial ([Fortin y Dale 2005](#)).

La presencia de *M. temama* se relaciona con la precipitación, la elevación sobre el nivel del mar, la pendiente del terreno, la isotermalidad y la orientación de laderas ([Ortíz-García et al. 2012](#); Pérez-Solano et al. 2012; [Pérez-Solano y Mandujano 2013](#); [Serna-Lagunes et al. 2014](#)). En escala de paisaje, se ha determinado que la abundancia y uso de hábitat de los temazates tiene relación con las variables del paisaje natural, pero se encuentra más relacionada a variables de origen humano, principalmente la presión de cacería ([Urquiza-Haas et al. 2009; 2011](#); [Thornton et al. 2011](#); [García-Marmolejo et al. 2013; 2015](#)).

Mazama pandora utiliza los hábitats en relación a su disponibilidad por lo que se le ha considerado un generalista ([Weber et al. 2008](#)). En el caso del *M. temama*, se ha considerado un

especialista pues prefiere sitios conservados ([Weber et al. 2008](#); [Bello-Gutiérrez et al. 2010](#)). No obstante, la especie comúnmente se ha registrado en acahuales, zonas fragmentadas y sitios de cultivo ([Medellín y Equihua 1998](#); [Tejeda-Cruz et al. 2009](#); [Bello-Gutiérrez et al. 2010](#); [Thornton et al. 2011](#); [Garmendia et al. 2013](#); [García-Marmolejo et al. 2015](#)). En el caso del microhabitat, se ha observado que la condición para la presencia de *M. temama* es que el sitio ofrezca una densa cobertura de protección vertical que le permita escapar de sus depredadores ([Bello-Gutiérrez et al. 2010](#)) y especies vegetales importantes para su alimentación ([García-Marmolejo et al. 2015](#)).

En México durante la temporada 2009-2010 se autorizó la cacería deportiva de 78 ejemplares de venados temazates (incluyendo ambas especies) en ocho UMA, todas ellas en el estado de Campeche ([SEMARNAT 2010b](#)). No obstante, existen evidencias de que de 21 UMA evaluadas en el estado, solo dos tienen las condiciones ambientales para mantener sus poblaciones viables ([Escalante y Martínez-Meyer 2013](#)) y en 19 no se ha garantizado la sostenibilidad ambiental de la explotación ([Escalante y Martínez-Meyer 2013](#)). A esta cantidad de ejemplares autorizados para cacería deportiva deben sumarse los cazados para subsistencia en Campeche, cuyo número es difícil de determinar, pero diferentes estudios indican que *M. temama* y *M. pandora* son de las especies silvestres más cazadas por los pobladores rurales en la Península de Yucatán ([Hernández y Segovia 2010](#); [Reyna-Hurtado y Tanner 2010](#); [Santos-Fita et al. 2012](#)). Es así que determinar las características del hábitat para los temazates en el estado de Campeche, es una tarea imprescindible para el manejo exitoso de la especie.

Para *M. temama*, se ha propuesto que la escala ideal para entender la respuesta de la especie a los procesos de cambios ambientales es la escala de paisaje ([García-Marmolejo et al. 2015](#)). En la actualidad se cuenta con información de ambas especies de temazates y su relación con el paisaje para San Luis Potosí ([García-Marmolejo et al. 2015](#)), Chiapas ([Tejeda-Cruz et al. 2009](#)), Quintana Roo ([Urquiza-Haas et al. 2009](#)) y Guatemala ([Thornton et al. 2011](#)). En Campeche no se conocen las características del hábitat a nivel paisaje que determinan la presencia de ninguna de las dos especies. Este estudio tiene como finalidad conocer las características del hábitat a nivel de paisaje, que determinan la presencia de las especies de *Mazama*, en la zona oeste del estado de Campeche donde se encuentran las Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre que tienen su aprovechamiento cinegético y de cacería de subsistencia.

Materiales y Métodos

Área de estudio. El estudio se realizó en un área de aproximadamente 3,500 km² en los municipios de Champotón, Escárcega y Carmen en el oeste de Campeche, México (19° 15' N, -91° 20' W; Figura 1). El clima es cálido subhúmedo, con una precipitación media anual \bar{x}_{anual} = 2,050 mm y temperatura media anual \bar{x}_{anual} = 27 °C ([INEGI 2013](#)). La altitud del área varía de 0 - 100 m, aunque se caracteriza por ser prácticamente plana con algunas zonas de lomeríos en el sur y el este de la región. Las áreas planas cercanas a la costa del Golfo de México se tienen intensos regímenes de inundación anual que pueden durar hasta ocho meses. El área de estudio se encuentra entre las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de Laguna de Términos (APFFT) y la Reserva de la Biosfera de Calakmul (RBC) y originalmente estuvo cubierta de selva tropical subcaducifolia y caducifolia, además de vegetación acuática y subacuática ([Rzedowski 2006](#)). En la actualidad cuenta con un amplio mosaico de asociaciones vegetales que incluyen selva mediana subperennifolia, selva baja inundable, sabana natural, manglar, vegetación de pantano, acahuales, zonas agrícolas y ganaderas ([Miranda y Hernández 1951](#)). La selva mediana subperennifolia se caracteriza por un estrato arbóreo predominante de 15 a 30 m de altura. La selva baja inundable, con un estrato de 5 a 10 m se desarrolla sobre suelos profundos con drenaje deficiente, inundándose en época de lluvias. La sabana natural está constituida por gramíneas con pocos árboles, y se sitúa sobre

suelos con drenaje deficiente (fangosos en la época de lluvias y compactos en época de secas). En la costa se encuentran los sitios con el mayor grado de inundación donde son características las asociaciones de manglar y vegetación de pantano. La agricultura es típica de roza tumba y quema con el fin de acondicionar los terrenos para el cultivo de maíz, frijol, calabaza y chile. Asimismo, se ha desarrollado ampliamente la transformación de los hábitats naturales en pastizales para ganadería caracterizados principalmente por la presencia de pastos inducidos ([López 1995](#)). En la región se presentan amplias zonas de acahuales (vegetación secundaria), derivados de las áreas de selva que fueron deforestadas para la agricultura o ganadería al ser abandonadas.

La población humana en el área de estudio se concentra en las poblaciones de Escárcega (29,500 hab), Champotón (30,000 hab) y Sabancuy (7,300 hab; [INEGI 2013](#)). Adicionalmente, en el área se encuentran 30 localidades entre 200 y 1,500 habitantes ([INEGI 2013](#)). El área se encuentra principalmente bajo el régimen de tierras ejidales con excepción de algunas propiedades hacia la costa donde es posible encontrar áreas privadas con extensiones que van de 2,000 a 5,000 ha ([INEGI 2013](#)).

Delimitación del área de estudio. El área de estudio se subdividió en seis regiones: 1) Chekubul-Cristalina; 2) Chenkan; 3) Chicbul-Km 74; 4) Pixtún-Felipe Carrillo Puerto; 5) Miguel Colorado; 6) Centenario-Rigueña. La delimitación se basó en las diferencias en las características ambientales regionales de uso de suelo y estatus de conservación de los ecosistemas naturales de cada una de las regiones (Tabla 1). Sin embargo, por practicidad los límites extremos de cada una de las regiones se ubicaron en las principales carreteras pavimentadas del área de estudio (Figura 1).

Detección de la especie. El uso de huellas y rastros para detectar la presencia de temazates ha sido un método eficiente para determinar la presencia en áreas extensas (e. g. [Reyna-Hurtado y Tanner 2005](#); [García-Marmolejo et al. 2015](#)). La distribución geográfica de ambas especies, convergen en la zona de estudio ([Gallina et al. 2007](#)), lo que recientemente se ha confirmado por medio de cámaras trampa ([Juárez-López 2015](#)), asimismo, no se ha evidenciado diferenciación aparente entre las huellas de las especies del género *Mazama* ([Angeli et al. 2014](#)), por tanto, para este estudio no se diferenció entre especies y los datos se agruparon únicamente como *Mazama* sp.

Se realizó la búsqueda de huellas de temazates en 263 transectos (500 m de largo y 3 m de ancho), localizados en caminos madereros y senderos poco transitados entre agosto de 2008 y noviembre de 2010 en terrenos de 24 comunidades y ranchos privados del área de estudio. Cada transecto se georreferenció y separó de otro por al menos 500 m ([Conroy 1996](#)) y fue revisado solo una vez. La búsqueda de rastros se realizó caminando a pie a una velocidad aproximada de 4 km/h. Cada muestreo fue realizado por 5 personas en un horario de las 6 am a 6 pm. Se consideró que el transecto tenía presencia de temazates cuando se observó al menos una secuencia de huellas para lo cual se siguió lo propuesto por [Mandujano \(2005\)](#) para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). No se consideraron las secuencias de huellas encontradas fuera de transectos. Las huellas de *Mazama* sp. se distinguieron de las de otros ungulados de la región (e. g. *Odocoileus virginianus*, *Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*) por su forma y tamaño ([Aranda 2000](#)).

Generación de capas de información geográfica y variables del paisaje. Se ha encontrado que la presencia de temazates se ve afectada por diversas variables a nivel paisaje de origen humano y natural ([García-Marmolejo et al. 2013; 2015](#)), por lo que en este estudio se decidió incluir ambos tipos de variables obtenidas a partir de diferentes fuentes (Tabla 2). La primera etapa del análisis fue generar con la ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG, ArcGis 9.2) un mapa vectorial que contenía el punto medio de cada uno de los transectos muestreados (con o sin presencia de temazates), con el objetivo de definir el punto específico a partir del cual se generarían los valores de las variables del paisaje. Una vez determinados estos puntos, en el SIG se combinaron con mapas de uso de suelo y vegetación, carreteras y poblados del área de estudio. Esto nos permitió obtener las primeras cuatro variables del paisaje incluidas en el análisis.

El mapa de uso de suelo y vegetación se obtuvo a partir de un mosaico de siete imágenes de Satélite ASTER (15 x 15 m por pixel), tomadas entre marzo de 2008 y abril de 2009 ([Japan Space Systems 2012](#)). A partir de 350 puntos de verificación distribuidos en el área de estudio en los que se reconoció el uso de suelo y vegetación, se realizó una clasificación supervisada del mosaico de imágenes a partir de la clasificación de la reflectancia captada y almacenada por el sensor ASTER en sus diferentes bandas multiespectrales (bandas visibles e infrarrojas) utilizando el algoritmo de máxima verosimilitud (MaxLike) en el software ENVI 4.5 ([Exelis Visual Information Solutions 2008](#)). La clasificación de la imagen permitió distinguir siete categorías de uso de suelo y vegetación, 1) agua, 2) vegetación costera inundable (que incluyó sabanas naturales y vegetación de pantano), 3) selvas tropicales conservadas (que incluyó selva mediana subperennifolia y baja inundable, además de acahuales en estado de sucesión avanzado), 4) manglar, 5) acahuales jóvenes (áreas agrícolas en estados de sucesión tempranos y medios), 6) áreas de manejo agrícola y pecuario (conformado por áreas donde la vegetación original ha sido eliminada y que en la actualidad están cubiertos por pastizales inducidos o áreas agrícolas) y 7) áreas urbanizadas.

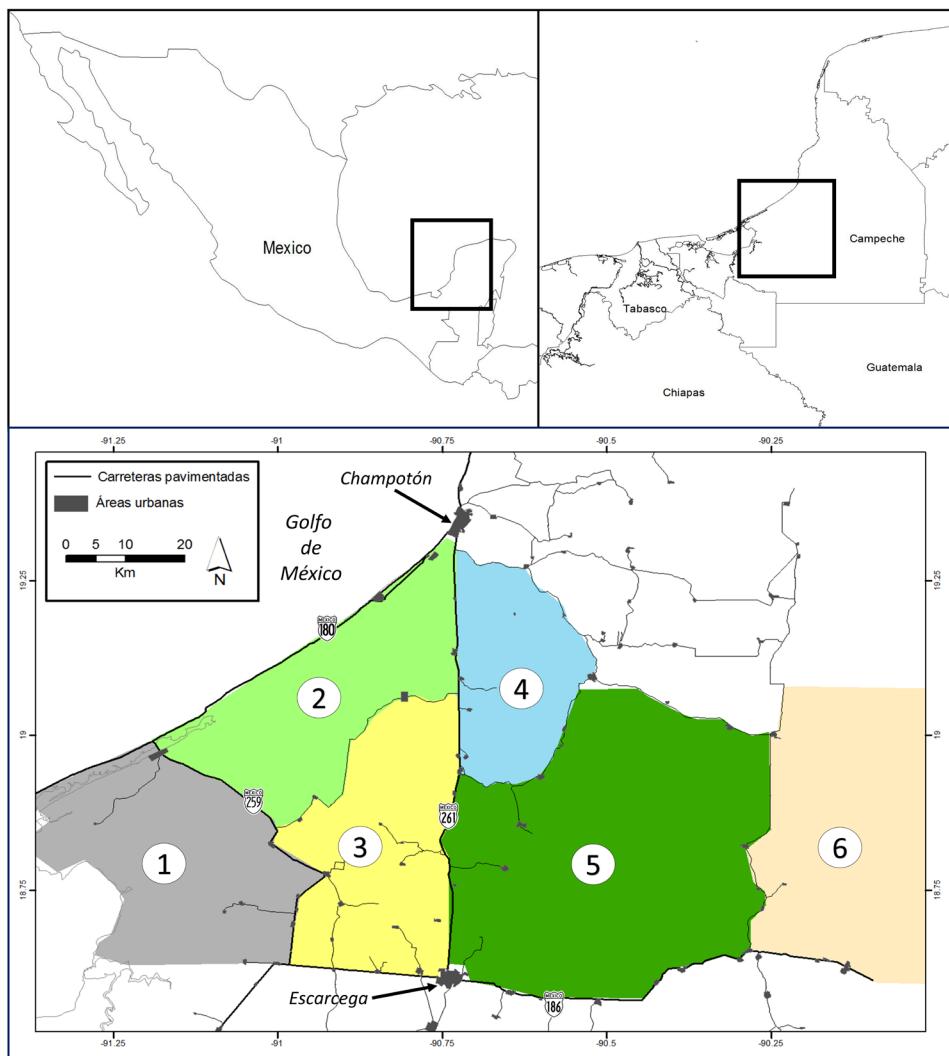


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en el oeste de Campeche, México. En la parte inferior de la figura se muestra la delimitación de las seis zonas en las que se dividió el área de estudio para determinar la presencia /ausencia de *Mazama* sp. en el oeste de Campeche, México. Los números corresponden a cada una de las regiones 1.- Chekubul-Cristalina; 2.- Chenkan, 3.- Chicbul-Km 74; 4.- Pixtun-Felipe Carrillo Puerto; 5.-Miguel Colorado; 6.- Centenario-Rigueña.

Tabla 1. Características de tamaño y uso de suelo de las seis regiones en las que se dividió el área de estudio. El uso de suelo se obtuvo a partir de la fotointerpretación de una serie de imágenes ASTER de 2008-2009 del área de estudio. Selvas tropicales conservadas (STC), Manejo agrícola y pecuario (MAyP), Manglares (M), vegetación costera inundable (VCI)

Región	Área (km ²)	Uso de suelo (%)					
		STC ^a	Acahuales jóvenes	MAyP ^b	M	VCI ^c	Otros ^d
Chekubul-Cristalina	1,172	10.49	31.48	18.77	16.21	20.31	2.74
Chenkan	1,033	29.33	19.55	17.71	4.53	27.11	1.77
Chicbul-Km 74	1,037	31.84	38.47	26.80			2.89
Pixtun-Felipe Carrillo Puerto	669	56.66	34.67	8.32			0.35
Miguel Colorado	2,229	80.43	15.43	3.63			0.51
Centenario-La Rigueña	1,168	84.54	12.30	2.80			0.36

^a Áreas cubiertas de selva mediana subperennifolia y baja inundable, además de acahuales en estado sucesional avanzado

^b Áreas donde la vegetación original ha sido eliminada y que en la actualidad están cubiertos por pastizales inducidos o áreas agrícolas

^c Áreas cubiertas por vegetación de pantano y sabanas naturales inundables

^d Áreas urbanas y áreas cubiertas por agua

El mapa de carreteras pavimentadas se obtuvo a partir de un mapa vectorial de carreteras de Campeche ([INEGI 2013](#)). El mapa de caminos no pavimentados, así como el de localidades urbanas se obtuvo a partir de la digitalización de los caminos y los polígonos de las localidades observados en las bandas visibles del mosaico de imágenes ASTER del área de estudio.

En base al mapa de uso de suelo y vegetación se obtuvieron las variables porcentaje de uso de suelo conservado y distancia a áreas agrícolas y pecuarias mayor a 10 ha. El porcentaje de uso de suelo conservado se obtuvo a partir de trazar en el SIG un círculo de radio de 500 m a partir del punto medio del transecto. Dentro de cada uno de los círculos generados, se cuantificó el área cubierta por tipos de uso de suelo y se obtuvo la proporción de cada uno de ellos, al dividirlo entre el área total del círculo de 500 m de radio. Para el análisis de uso de suelo conservado se consideró así a la vegetación costera inundable conservada, selvas tropicales y manglar. Una vez cuantificada la proporción de cada uso de suelo, las proporciones de uso de suelo conservado se obtuvieron al sumar cada categoría. La distancia a áreas agrícolas y pecuarias se generó utilizando la herramienta Nearest Features de ArcGis y en ella se obtuvo la distancia entre el punto medio del transecto y el límite del área de manejo agropecuario más cercana mayor a 10 ha. Se decidió por 10 ha, debido a que en el área de estudio el tamaño promedio de las parcelas que son permanentemente deforestadas y dedicadas a actividades pecuarias se encuentra entre 8 y 20 ha. En la región se ha observado que áreas menores son comúnmente utilizados como áreas de agricultura de roza tumba y quema y las áreas menores de agricultura son abandonadas una vez agotadas ([Schmook et al. 2013](#)). La variable distancia a localidad urbana más cercana se obtuvo midiendo la distancia entre el punto medio del transecto y el límite de la localidad urbana más cercana utilizando la herramienta Nearest Features de ArcGis. La distancia a la carretera pavimentada y camino no pavimentado más cercano se obtuvieron a partir de medir la distancia del punto medio del transecto y la carretera pavimentada más cercana y el camino no pavimentado más cercano utilizando la herramienta Nearest Features de ArcGis (Tabla 2).

Tabla 2. Variables utilizadas en el análisis de las características del hábitat a nivel de paisaje para el venado temazate en el oeste de Campeche, México.

Variable (unidad de medida)	Abreviatura	Significado de las variables
Distancia a camino no pavimentado (m)	DIST_BRECH	Distancia del transecto a el camino no pavimentado más cercano
Distancia a carretera pavimentada (m)	DIST_PAVIME	Distancia del transecto a la carretera pavimentada más cercana
Distancia a potreros (m)	DIST_POTRE	Distancia del transecto y el área de manejo agrícola o pecuario mayor de 10 ha más cercana
Densidad de ganado (ind/ha)	GANADERÍA	Densidad promedio de ganado
Porcentaje de selvas tropicales conservadas (%)	POR_CON	Porcentaje de selva conservada en un círculo de 500 m alrededor del transecto
Sitio Inundable	INUNDA	Sitios costeros con potencialidad de inundación localizados entre -2 y 0 msnm

En el área de estudio existen grandes extensiones de terrenos cercanos a la costa que se caracterizan por presentar largos períodos de inundación estacional. Esta característica ambiental podría estar afectando la presencia/ausencia de temazates, por lo que se decidió cuantificar esta variable y ocuparla en el análisis. Se generó un mapa de potencialidad de inundación a partir de un Modelo Digital de Elevación del área de estudio obtenido a partir del Earth Resources Observatory and Science Center ([EROS 2008](#)). En el mapa se consideró que el que todas aquellas áreas planas y cercanas a la costa que se encontraban entre -2 y 0 m fueran clasificadas como potencialmente inundables (Tabla 2). En el SIG se intersectó el mapa de inundación con el punto medio de los transectos y se determinó si el transecto era inundable o no inundable si se sobreponían espacialmente con estas categorías del mapa.

En el área de estudio la densidad de ganado varía en función del coeficiente de agostadero, el uso de suelo y la presencia de áreas inundables. La densidad de ganado se ha considerado como un indicador de la actividad humana ([Lambin y Meyfroidt 2011](#)) e influye de forma importante sobre la presencia de temazates en un área en particular ([García-Marmolejo et al. 2015](#)). Se utilizó el valor de densidad de ganado en toda el área de estudio obtenido a partir del mapa de Densidad Global de Ganado ver. 2.01 ([Robinson et al. 2014](#); Tabla 2). El valor de densidad de ganado para cada uno de los transectos se obtuvo al extraer el valor del raster de densidad de ganado en el punto central del transecto para la búsqueda de temazates.

Análisis estadístico. Para conocer si existían variables de paisaje autocorrelacionadas, se realizó un análisis de correlación de Spearman con las variables originales ([Zar 1999](#)). En los casos en que se observó que existía correlación significativa entre las variables ($P < 0.05$). Se seleccionó la variable considerada con mayor importancia para explicar la presencia del temazate, esto, basados en la experiencia previa y en la información disponible sobre los temazates.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el programa InfoStat versión 2008 ([Di Rienzo 2008](#)), en el que se incluyeron las variables descriptoras del hábitat de los temazates a nivel paisaje, con el fin de identificar gradientes (eigenvectores) formados por las variables (características del hábitat), y a partir de ellos poder discriminar entre sitios potencialmente utilizables por el temazate, para lo cual se usaron los datos donde se confirmó la presencia de temazate (presencias) y todos los datos de transectos en los que no se tuvo registro de los mismo (ausencias). El ACP se realizó con las variables estandarizadas, debido a la diferencia de escalas y unidades en que se presentaron las variables ([McGarigal et al. 2000](#)).

Para determinar la relación existente entre la variable de respuesta (presencia/ausencia de temazate) y las variables explicativas (las variables del hábitat a un nivel de paisaje; Tabla 2), se llevó a cabo un análisis de regresión logística utilizando Modelos Lineales Generalizados (GLM), ya que estos permiten expresar de forma cuantitativa dicha relación entre estos dos tipos de variables ([Guisan et al. 1999](#); [Crawley 2007](#)). Utilizando un modelo binomial, se realizó una regresión por pasos hacia atrás (Backwards) esta forma permite aprovechar la mayor variabilidad en el proceso de análisis ([Crawley 2007](#)), todo esto a partir del modelo completo (modelo que contiene todos las variables). La selección de los mejores modelos se realizó mediante el criterio de información de Akaike y la D^2 ([Burnham y Anderson 2002](#)). El nivel de significancia utilizado en todos los análisis fue de $P < 0.05$. Para la realización de los análisis de regresión múltiple, se utilizó el módulo Biodiversity R ([Kindt y Coe 2005](#)), incluido en el programa estadístico R ([R Development Core Team 2007](#)).

Resultados

Se obtuvieron registros de temazates en 33 de los 263 transectos (12.55 %) localizados en las regiones de Centenario-La Rigueña, Miguel-Colorado y Chenkan. En las otras tres áreas no se encontraron registros de la especie (Chekubul-Cristalina, Chicbul-Km 74 y Pixtún-Felipe Carrillo Puerto; Tabla 3; Figura 2). El área Miguel Colorado fue donde se localizaron más evidencias de la presencia de temazate, seguido por Centenario-La Rigueña y finalmente Chenkan con sólo un transecto con presencia (Tabla 3).

Análisis de paisaje. El análisis de correlación indicó que las variables “distancia a la localidad urbana más cercana” y “distancia a caminos pavimentados”, se encontraban autocorrelacionadas (coeficiente de correlación 0.83). Debido a que se consideró que localmente la distancia a caminos pavimentados podría tener mayor influencia en la presencia de temazates a nivel del área de estudio pues facilita el acceso a potenciales cazadores, además de que favorece la existencia de áreas perturbadas se decidió utilizar esta variable y eliminar del análisis distancia a localidad urbana más cercana. Las variables finales utilizadas en los análisis fueron las que se encuentran en la Tabla 2.

El ACP explicó en los primeros dos componentes el 64 % de la varianza, determinando que las variables de mayor peso en el primer componente fueron: porcentaje de selva conservada, densidad de ganado y distancia a potreros. En el segundo componente fueron la distancia al camino no pavimentado y porcentaje de inundación (Figura 3). Se observa en la gráfica de los componentes que el incremento en el porcentaje de selvas tropicales conservadas en los círculos de 500 m, se asocia a la presencia de temazates en el área de estudio. Por el contrario, únicamente se obtuvo una presencia en áreas con alta densidad ganadera, así como en áreas consideradas inundables. Factores como la presencia de carreteras pavimentadas o sin pavimentar no parecen tener un efecto tan importante sobre la presencia.

La regresión logística para identificar el peso que las diferentes variables tenían sobre la presencia/ausencia de temazates en el área de estudio estaba fuertemente desbalanceada debido a que sólo en 33 transectos se obtuvo presencia, comparados con 230 con ausencia. El desbalance en los modelos estadísticos tiene efectos importantes sobre la prueba, provocando poca sensibilidad de la misma en caso de que existieran pequeñas desviaciones sobre el supuesto de varianzas iguales, además de reducir notablemente el poder de la prueba ([Montgomery 2012](#)). Para resolver este problema, se decidió balancear el experimento utilizando el mismo

número de presencias y ausencias con el fin de reducir el peso que podrían tener las variables asociadas a las ausencias en el análisis. Para este fin, del conjunto de 230 transectos con ausencia de temazate se seleccionaron al azar 33 (el mismo número de transectos con presencia), los cuales fueron los únicos incluidos en la regresión logística de presencia/ausencia.

La regresión logística mostró que la utilización de todas las variables la D^2 del modelo completo es de 21.08 %, mientras que el mejor modelo con las variables de porcentaje conservado y densidad de ganado variables la D^2 es de 20.71 % (Tabla 4). El mejor modelo muestra que la presencia de temazates en el área de estudio es mayor cuando se incrementa el porcentaje de uso de suelo conservado alrededor del transecto, mientras disminuye al incrementarse la densidad de ganado (Tabla 4).

Discusión

Los resultados del estudio muestran que solo en tres regiones se encontró presencia de temazates (Miguel Colorado, Centenario-La Rigueña y Chenkan). Los factores para la obtención de este resultado pueden ser metodológicos, antropogénicos o ambientales. Tres de las regiones donde no se encontraron rastros fueron las que contaron con el menor número de transectos, lo que podría tener efectos en la detectabilidad de la especie. Sin embargo, en concordancia con este estudio, otros estudios no han detectado temazates en la región de Chicbul-Km 74 ([Rangel-Negrin et al. 2014](#)) ni en Pixtún-Felipe Carrillo Puerto ([Juárez-López 2015](#)). No se descarta la presencia de temazates en las tres regiones donde no fueron encontrados. La ausencia de registros pudiera ser debido a sesgos metodológicos, que redujeran las probabilidades de detectar especies en bajas densidades como ya ha ocurrido en las regiones de Chenkan y Miguel Colorado, sitios en los que intensos esfuerzos de

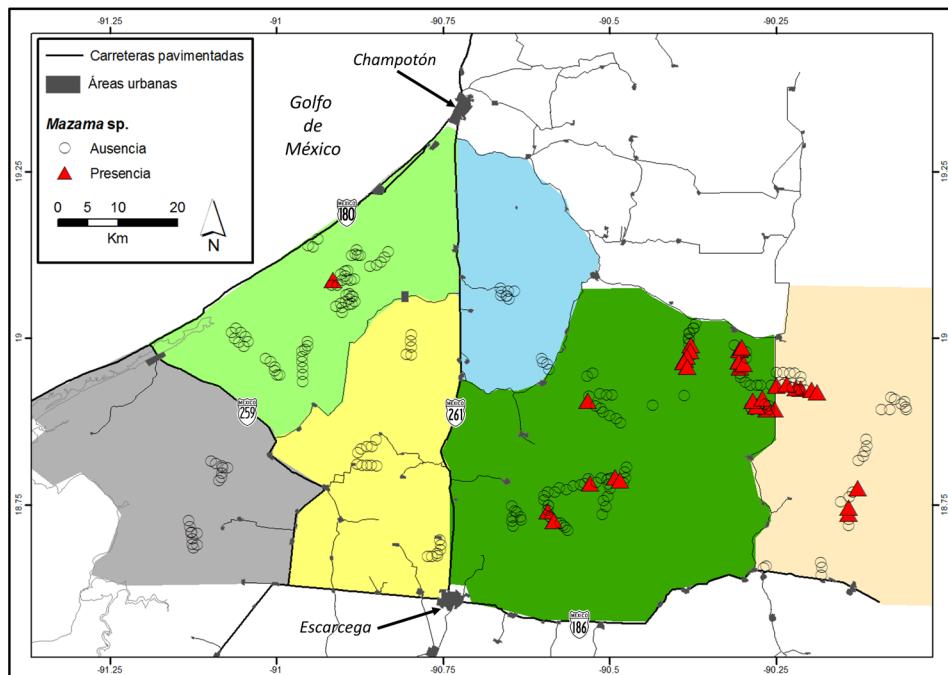


Figura 2. Mapa que muestra la localización de los transectos para determinar la presencia /ausencia de *Mazama* sp. en el oeste de Campeche, México. Los triángulos rojos indican los transectos donde se encontró la presencia de *Mazama* sp. y los círculos negros donde no se detectó su presencia.

Tabla 3.- Número de transectos recorridos y número de presencias registradas de temazate para cada una de las seis regiones de estudio en las que se buscó determinar la presencia de temazates durante 2008-2010 en el oeste de Campeche, México.

Región	No. de transectos recorridos	No. de transectos con presencia de temazate	% de transectos con presencia de temazate
Chekubul-Cristalina	17		
Chenkan	60	1	1.67
Chicbul-Km 74	22		
Pixtún-Felipe Carrillo Puerto	12		
Miguel Colorado	108	23	21.30
Centenario-La Rigueña	44	9	20.45
Total	263	33	12.55

muestreo con cámaras trampa ha permitido la detección de especies de mamíferos críticas (e. g. *Tayassu pecari*, *Mustela frenata* o *Panthera onca*; [Contreras-Moreno et al. 2015](#); [Hidalgo-Mihart et al. 2014, 2015](#)). Es así que es necesario que en futuros esfuerzos se combinen métodos como huellas y cámaras trampa.

Los resultados de la regresión logística y el ACP mostraron que la presencia de selvas tropicales conservadas y una mayor distancia a áreas de potreros favorece la presencia de temazates, mientras que una mayor densidad de ganado (actividad asociada a presencia humana y transformación de hábitat natural a pastizales inducidos) disminuye la probabilidad de su detección. Las áreas Chicbul-Km 74, Chekubul y Pixtún-Felipe Carrillo Puerto son las tres áreas donde no se detectó su presencia y al mismo tiempo los sitios en las que la mayor parte de los hábitats originales han sido transformados (ya sea que se mantienen como áreas agrícolas, o han sido abandonadas y se encuentran como acahuales jóvenes). Es posible que la ausencia de hábitats favorables para *Mazama* en estas áreas pudiera estar determinando, ya sea la ausencia o las bajas densidades asociadas a su falta de detección.

Las regiones de Chekubul-Cristalina y Chenkan son áreas donde una proporción importante de los hábitats naturales se asocian a prolongados períodos de inundación que ocurren en el área (manglares y vegetación costera inundable). El ACP mostró que la condición de inundación de las áreas, tiene gran importancia para

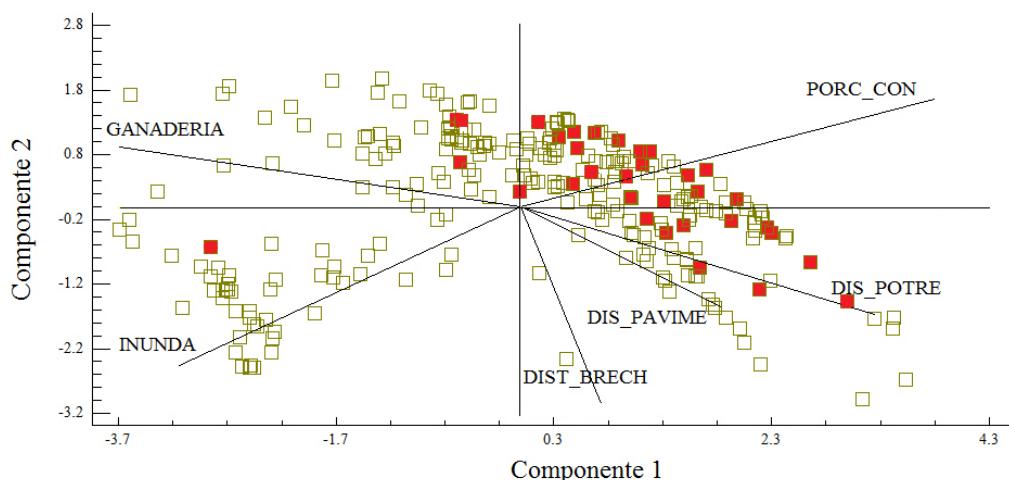


Figura 3. Representación gráfica de los valores para el Componente Principal 1 y 2 de cada uno de los transectos recorridos en el oeste del estado de Campeche, México en búsqueda de presencia de *Mazama* sp. Los cuadros rojos representan transectos en los que se registró presencia de las especies. La descripción y nombres completos de las variables se encuentran en tabla 2

Tabla 4. Resultados de los modelos lineales generalizados entre las variables descriptoras del hábitat y los registros de presencia-ausencia de temazates en el oeste del estado de Campeche, México. Se muestra el mejor modelo que incluye las variables que determinan la presencia o ausencia de temazates. La descripción y nombres completos de las variables se encuentran en tabla 2.

Modelos	Devianza residual	g. l.	Devianza explicada	D ²	AIC ^a	Δ AIC ^b	X ²
Modelo nulo	91.49	66			91.49		
Modelo completo ^c	72.20	59	19.288	21.08	84.20	7.29	>0.01
Mejor modelo ^d	72.54	63	18.950	20.71	76.53	14.56	>0.001
Porcentaje de uso de suelo conservado + ganadería							

^a Criterio de Información de Akaike

^b Diferencia en el criterio de información de Akaike

^c Presencia/Ausencia de Temazate = PORC_CON+GANADERÍA + DIST_PAVIME + DIST_POTRE + DIST_BRECH +INUNDA

^d Presencia/Ausencia de Temazate = -2.53 + 0.019(PORC_CON)-0.274(GANADERÍA)

la determinación de la presencia de los temazates. Se obtuvo un registro en el área de Chenkan, mientras que para Chekubul y Cristalina no se detectó la especie. El registro en la región de Chenkan fue durante el mes de diciembre de 2008, y durante esa época la región se encontraba inundada. En la región de Calakmul, los temazates prefirieron el bosque inundable en las áreas con cacería ([Reyna-Hurtado y Tanner 2005](#)). En Sudamérica se ha comprobado que los ungulados pueden cambiar su comportamiento cuando los sitios se encuentran inundados ([Hofmann et al. 2015](#)), y tomar tres tipos de decisiones, vivir de forma subacuática, mantener ámbitos hogareños muy grandes que le permitan migrar a sitios fuera de la inundación o quedarse en el sitio y resguardarse en islas de selva ([Husson 1978](#)), esto último se observó en el Amazonas donde *M. americana* y *Pecari tajacu* permanecieron durante la temporada de inundación, resguardándose en islas de selva a diferencia de *Tapirus terrestris* y *Tayassu pecari* que abandonaron la zona inundable ([Bodmer 1990](#)).

En estudios realizados en zonas inundables de Campeche y Yucatán por fototrampeo ([Juárez-López 2015](#); [Hernández-Pérez et al. 2015](#)), así como para la determinación del uso de fauna por pobladores locales ([León y Montiel 2008](#)), no han registrado la presencia de especies de *Mazama* en este tipo de ambientes, por lo que es probable que la especie en caso de encontrarse, esté presente en bajas densidades en estas áreas. Lo anterior marca la necesidad de determinar el efecto que tienen los largos períodos de inundaciones de la zona costera sobre su habilidad para sobrevivir en estas áreas. Esta necesidad se hace mayor ante el evidente cambio climático que sufren los ecosistemas actuales, en la Amazonía se ha observado en los últimos años, que las crecientes extremas, han afectado substancialmente poblaciones de mamíferos terrestres, ya que extremos climáticos ahora se producen en lapsos de tiempo tan cortos que las especies no tienen tiempo de recuperarse ([Bodmer et al. 2014](#)).

Las áreas de Miguel Colorado y Centenario-La Rigueña fueron donde se obtuvieron el 97 % de los registros de temazate. Asimismo, es importante resaltar que sólo se registraron en alrededor del 20 % de los transectos recorridos en estas áreas, lo que podría ser un indicador de que la abundancia es relativamente baja en comparación con otras áreas como Calakmul ([Reyna-Hurtado y Tanner 2005](#)) o la Lacandona ([Tejeda-Cruz et al. 2009](#)). Los resultados en el ACP y la regresión logística indican que Miguel Colorado y Centenario-La Rigueña tienen gran importancia para las especies de *Mazama* en el oeste de Campeche, pues ambas áreas se caracterizan por tener una cubierta vegetal constituida en su mayor parte por selvas conservadas con baja

densidad de ganado. La presencia de estos venados es mayor en áreas donde el grado de conservación de los ecosistemas naturales es relativamente alto ([García-Marmolejo et al. 2015](#)). Aunque la cacería podría estar influenciando su presencia en un sitio particular aún más que las variables del paisaje ([Urquiza-Haas et al. 2007; 2009](#)). En el caso particular del área de estudio la presencia de grandes áreas con selvas conservadas, favorecen la presencia de las especies de *Mazama*. El impacto que la cacería de subsistencia tiene en su presencia en estas regiones no se determinó, debido a que no se cuentan con estudios específicos sobre el tema. En este sentido, es probable que en selvas conservadas de Miguel Colorado y Centenario-La Rigueña, se extraigan un gran número de temazates como ocurre en Calakmul ([Reyna-Hurtado y Tanner 2010](#)); en comunidades del este de Campeche y Quintana Roo ([Santos-Fita et al. 2012](#)) y en el sur de Yucatán ([Hernández y Segovia 2010](#)). En el sur de México, una parte importante de la cacería de subsistencia se localiza en áreas cercanas a cultivos ([Santos-Fita et al. 2012](#)). Basado en este hecho, es posible que la ausencia de terrenos de cultivo en los grandes parches de bosque conservado, reduzca el efecto de la cacería de subsistencia. Pese a esto, en el área existen caminos madereros en uso o abandonados que permiten el libre acceso a cazadores de las comunidades cercanas con fines de comercialización local (F. Contreras obs. pers.).

La constante deforestación y perdida del hábitat en toda la región oeste de Campeche ([Soto-Galera et al. 2010](#)) apunta a una situación crítica para los temazates en la región. Estudios sobre deforestación en la región que rodea Laguna de Términos indican que de 1974 a 2001 se perdió aproximadamente el 41 % de la vegetación original, de la cual 62,000 ha correspondieron a selvas tropicales ([Soto-Galera et al. 2010](#)), lo que podría haber reducido en gran medida la presencia y abundancia de las poblaciones en el área. Es necesario considerar este hecho al momento de otorgar autorizaciones de cacería deportiva en la región, exigiendo a los proponentes estudios específicos para el cálculo de densidades y tasas de cosecha de ejemplares que impliquen un muestreo sistemático y robusto de las poblaciones de los temazate en las UMA. Si bien los planes de manejo actuales exigen estimaciones poblacionales, en muchos casos estas son realizadas por personas sin experiencia ([Contreras-Moreno y Hidalgo-Mihart 2015](#)), por lo que debe garantizarse que las estimaciones sean rigurosas y combinando métodos que garanticen la detección de la especie como el uso de cámaras trampa. Así mismo, es necesario que se generen alternativas de manejo comunitario que auto-regulen la cacería de subsistencia, para alcanzar un aprovechamiento sustentable de los recursos.

Es necesario determinar el efecto que tienen las áreas inundables costeras sobre los temazates. La escasa presencia en este tipo de ambientes, sumado a la ausencia de registros de la especie en estudios previos en ambientes costeros inundables de Campeche, indicaría que este tipo de ambientes son poco utilizados. Este hecho es importante desde el punto de vista de conservación y manejo regional de las especies, pues es posible que una importante sección de hábitats conservados de la costa del Golfo de México no tenga aptitud para sostener poblaciones importantes de estas especies.

Agradecimientos

El Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Laguna de Términos – Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas financió parcialmente el proyecto a través de PROMOBI 2011 a 2014 “Monitoreo de jaguar en el corredor biológico Calakmul-

Laguna de Términos con énfasis en la región prioritaria de Chenkan". Wildlife Conservation Society apoyo el trabajo de campo a través del proyecto "Jaguars of Tabasco, northern Chiapas and western Campeche, Mexico". La División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Pro Natura Península de Yucatán A. C. y la UMA Nohan, otorgó apoyo logístico para el proyecto. Autoridades y habitantes de Chekubul, Cristalina, Manantiales, Pixoyal, Miguel Colorado, Centenario, Felipe Carrillo Puerto, San Pablo Pixtun, Reforma Agraria, Ignacio Gutiérrez, Chicbul, Km-74, José María Morelos y 5 de Febrero, permitieron el acceso a sus terrenos en la región de estudio. A los estudiantes de la DACBiol UJAT por su apoyo en el trabajo de campo. FMCM recibió apoyo de CONACYT a través de la Beca No: 221889 para cursar la Maestría en Ciencias Ambientales en la DACBiol-UJAT.

Literatura citada

- ANGELI, T., M. L. DE OLIVEIRA, Y J. M. B. DUARTE.** 2014. Differentiation of deer species of the genus *Mazama* by track morphometry. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 49:199-203.
- ARANDA, M.** 2000. Huellas y otros rastros de mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México.
- BELLO-GUTIÉRREZ, J., R. REYNA-HURTADO, Y H. JORGE.** 2010. Central american red brocket deer: *Mazama temama* (Kerr 1782). Pp. 166-170 en *Neotropical Cervidology: Biology and medicine of Latin American Deer* (Barbanti, M., y S. González, eds.). Funep/IUCN. Jaboticabal, Brasil.
- BELLO, J., R. REYNA, Y J. SCHIPPER.** 2008. *Mazama temama*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. URL www.iucnredlist.org. Consultado el 07 Septiembre 2015.
- BODMER, R. E.** 1990. Responses of ungulates to seasonal inundations in the Amazon floodplain. *Journal of Tropical Ecology* 6:191.
- BODMER, R. E., T. G. FANG, P. E. PUERTAS, M. ANTÚNEZ, K. CHOTA, Y W. E. BODMER.** 2014. Cambio climático y fauna silvestre en la Amazonia peruana: Impacto de la sequía e inundaciones intensas en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Iquitos: Fundación Latinoamericana para el Trópico Amazonico-Fundamazonia. Iquitos, Perú.
- BURNHAM, K., Y D. ANDERSON.** 2002. *Model Selection and Multimodal Inference: A Practical Information-theoretic Approach*. Springer. London, Reino Unido.
- CONROY, M.J.** 1996. Abundance indices. Pp. 179–192 en *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals* (Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, y M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press. Washington, EE. UU.
- CONTRERAS-MORENO, F. M., A. JESÚS-DE LA CRUZ, R. JUÁREZ-LÓPEZ, Y M. HIDALGO-MIHART.** 2015. Primer registro de la comadreja (*mustela frenata*) en el estado de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 31:488-490.
- CONTRERAS-MORENO, F., Y M. G. HIDALGO-MIHART.** 2015. El dilema de la cacería. *Crónica Ambiental* 12:9-11.
- CRAWLEY, M.** 2007. *The R book*. Wiley. Chichester, Reino Unido.
- DI RIENZO J. A., F. CASANOVES, M. G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA, C. W. ROBLEDO.** 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- EROS (EARTH RESOURCES OBSERVATION AND SCIENCE).** 2008. Global 30 Arc-Second Elevation Dataset (GTOPO30). URL http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30_info. Consultado 15/12/2015

- ESCALANTE, T., Y E. MARTÍNEZ-MEYER.** 2013. Ecological niche modeling and wildlife management units (UMA): an application to deer in Campeche, México. Tropical and Subtropical Agroecosystem 16:183-191.
- EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS.** 2008. ENVI User's guide. Exelis Geospatial Systems. Rochester, Nueva York, EE. UU.
- FORTIN, M. J., Y M. DALE.** 2005. Spatial analysis: a guide for ecologists. Cambridge University Press, Cambridge. Reino Unido.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, Y C. DELFÍN-ALFONSO.** 2007. Importancia de las Áreas Naturales Protegidas para conservar y generar conocimiento biológico de las especies de venados en México. Pp. 187-196 in Hacia una Cultura de Conservación de la Biodiversidad Biológica (Halffter, G., S. Guevara, y A. Melic, Coords.). Monografías Tercer Milenio Vol. 6. Zaragoza, España.
- GALLINA, S., Y S. MANDUJANO.** 2009. Investigaciones sobre ecología, conservación y manejo de ungulados silvestres en México. Tropical Conservation Science 2:128-139.
- GARCÍA-MARMOLEJO, G., G. ESCALONA-SEGURA, Y H. VAN DER WAL.** 2008. Multicriteria Evaluation of Wildlife Management Units in Campeche, México. Journal of Wildlife Management 72:1194-1202.
- GARCÍA-MARMOLEJO, G., L. CHAPA-VARGAS, E. HUBER-SANNWALD, M. WEBER, O. ROSAS-ROSAS, Y J. MARTÍNEZ-CALDERAS.** 2013. Potential distributional patterns of three wild ungulate species in a fragmented tropical region of northeastern Mexico. Tropical Conservation Science 6:539-557.
- GARCÍA-MARMOLEJO, G., L. CHAPA-VARGAS, M. WEBER, Y E. HUBER-SANNWALD.** 2015. Landscape composition influences abundance patterns and habitat use of three ungulate species in fragmented secondary deciduous tropical forests, Mexico. Global Ecology and Conservation 3:744-755.
- GARMENDIA, A., V. ARROYO-RODRÍGUEZ, A. ESTRADA, E. J. NARANJO, Y K. E. STONER.** 2013. Landscape and patch attributes impacting medium-and large-sized terrestrial mammals in a fragmented rain forest. Journal of Tropical Ecology 29:331-344.
- GUISAN, A., S. B. WEISS, Y A. D. WEISS.** 1999. GLM versus CCA spatial modeling of plant species distribution. Plant Ecology 143:107-122.
- HERNÁNDEZ, S., Y A. H. SEGOVIA.** 2010. Cacería de subsistencia en el sur del estado de Yucatán. Pp. 79-114 in Uso y manejo de fauna silvestre en el norte de Mesoamérica (Guerra, M. M., S. Calmé, S. Gallina, y E. Naranjo, eds.). Secretaría de Educación de Veracruz. Xalapa, México.
- HERNÁNDEZ-PÉREZ, E. L., R. A. REYNA-HURTADO, G. VELA, M. S. LÓPEZ, Y J. MOREIRA-RAMÍREZ.** 2015. Fototrampeo de Mamíferos terrestres medianos y grandes asociados a Peténes del Noroeste de la Península de Yucatán, México. Therya 6:559-574.
- HIDALGO-MIHART, M. G., F. M. CONTRERAS-MORENO, A. JESÚS DE LA CRUZ, R. JUÁREZ-LÓPEZ, D. VALERA-AGUILAR, L. A. PÉREZ-SOLANO, Y C. HERNÁNDEZ-LARA.** 2015. Registros recientes de jaguar en Tabasco, norte de Chiapas y oeste de Campeche, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 86:469-477.
- HIDALGO-MIHART, M. G., F. CONTRERAS-MORENO, L. PÉREZ-SOLANO, Y A. JESÚS.** 2014. New white-lipped peccary (*tayassu pecari*) records for the coast of Campeche, Mexico. Western North American Naturalist 74:472-477.
- HOFFMANN, G. S., I. P. COELHO, V. BASTAZINI, J. CORDEIRO, Y L. F. DE OLIVEIRA.** 2015. Implications of climatic seasonality on activity patterns and resource use by sympatric peccaries in northern Pantanal. International Journal of Biometeorology 1-13.
- HUSSON, A. M.** 1978. The mammals of Suriname. E. J. Brill, Leiden, The Netherlands.

- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA).** 2013. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- JAPAN SPACE SYSTEMS.** 2012. GDS ASTER/PALSAR Unified Search website. URL <http://gds.ersdac.jpspacesystems.or.jp/?lang=en>. Última consulta 19/12/2015.
- JUÁREZ-LÓPEZ, R.** 2015. Riqueza de mamíferos terrestres medianos y grandes en el corredor biológico Laguna de Términos-Calakmul, Campeche, México. Tesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.
- KINDT, R., y R. COE.** 2005. Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Kenia.
- LAMBIN, E. F., y P. MEYFROIDT.** 2011. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. Proceedings of the National Academy of Sciences 108:3465-3472.
- LEÓN, P., y S. MONTIEL.** 2008. Wild Meat Use and Traditional Hunting Practices in a Rural Mayan Community of the Yucatan Peninsula, Mexico. Human Ecology 36:249-257.
- LEVIN, S. A.** 1992. The problem of pattern and scale in ecology. Ecology 73:1943-1976.
- LÓPEZ, R.** 1995. Tipos de vegetación en el estado de Tabasco y norte de Chiapas. Dirección de Difusión Cultural México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Tropical Puyacatengo. Dirección de Difusión Cultural México. Ciudad de México, México.
- MANDUJANO, S.** 2005. Calibration of tracks counts to estimate population density of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a Mexican tropical forest. Southwestern Naturalist 50:223-229.
- MANDUJANO, S.** 2011. Bibliografía estudios de venados en México. Instituto de Ecología A.C., Colección: Manejo de Fauna Silvestre Volumen:2. Xalapa, México.
- McGARIGAL, K., S. CUSHMAN, y S. STAFFORD.** 2000. Multivariate statistics for wildlife and ecology research. Springer-New York, Inc. New York, EE. UU.
- MEDELLÍN, R. A., y M. EQUIHUA.** 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, Mexico. Journal of Applied Ecology 35:13-23.
- MIRANDA, F., y E. HERNÁNDEZ.** 1951. Tipos de vegetación de México y su clasificación. Instituto de Biología, Universidad nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- MONTGOMERY, D. C.** 2012. Design and Analysis of Experiments. 8 ed. John Wiley and Sons. New York, EE. UU.
- 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.
- ORTÍZ-GARCÍA, A. I., M. I. RAMOS-ROBLES, L. A. PÉREZ-SOLANO, y S. MANDUJANO.** 2012. Distribución potencial de los ungulados silvestres en la Reserva de Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, México. Therya 3:333-348.
- PÉREZ-SOLANO, L. A., y S. MANDUJANO.** 2013. Distribution and loss of potential habitat of the Central American red brocket deer (*Mazama temama*) in the Sierra Madre Oriental, Mexico. Deer Specialist Group 25:1-17.
- RANGEL-NEGRÍN, A., A. COYOHUA-FUENTES, D. CANALES-ESPINOSA, y P. DIAS.** 2014. Mammal assemblages in forest fragments and landscapes occupied by black howler monkeys. Primates 55:345-352.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM.** 2007. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
- REYNA-HURTADO, R., y G. TANNER.** 2005. Habitat preferences of ungulates in hunted and nonhunted areas in the Calakmul forest, Campeche, Mexico. Biotropica 34:676-685.

- REYNA-HURTADO, R., Y G. 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 Uso y manejo de fauna silvestre en el norte de Mesoamérica (Guerra, M. M., S. Calmé, S. Gallina, y E. Naranjo, eds.). Secretaría de Educación de Veracruz. Xalapa, México.
- ROBINSON, T. P. G. R. W. WINT, G. CONCHEDDA, T. P. VAN BOECKEL, V. ERCOLI V, E. PALAMARA, G. CINARDI, L. D'AIETTI, S. I. HAY, Y M. GILBERT.** 2014. Mapping the Global Distribution of Livestock. PLoS ONE 9:e96084.
- RZEDOWSKI, J.** 2006. Vegetación de México. Comisión nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- SANTOS-FITA, D., E. J. NARANJO, Y J. L. RANGEL-SALAZAR.** 2012. Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine 8:1-17.
- SCHMOOK, B., N. VAN VLIET, C. RADEL, M. DE JESÚS MANZÓN-CHE, Y S. McCANDLESS.** 2013. Persistence of swidden cultivation in the face of globalization: a case study from communities in Calakmul, Mexico. Human Ecology 41:93-107
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010a. Norma Oficial Mexicana NOM- 059 SEMARNAT-2010, Protección Ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. Ciudad de México, México.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2010b. Análisis de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento de la fauna silvestre con tasa de aprovechamiento autorizada 2009-2010. <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/aprovechamientos>. Consultado 1 de octubre de 2015.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES).** 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. DOF: 05/03/2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Ciudad de México, México.
- SERNA-LAGUNES, R., L. LÓPEZ-MATA, L. J. CERVANTES-SERNA, J. GALLEGOS-SÁNCHEZ, C. CORTEZ-ROMERO, E. ZALAZAR-MARCIAL, Y J. SALAZAR-ORTIZ.** 2014. Nicho ecológico de *Mazama temama* en el centro de Veracruz, México: implicaciones para su manejo. Agroproductividad 7:51-57.
- SOTO-GALERA, E., J. PIERA , Y P. LÓPEZ.** 2010. Spatial and temporal land cover changes in Terminos Lagoon Reserve, Mexico. Revista de Biología Tropical 58:565-575.
- TEJEDA-CRUZ, C., E. J. NARANJO, A. D. CUARON, H. PERALES, Y J. L. CRUZ-BURGUETE.** 2009. Habitat use of wild ungulates in fragmented landscapes of the Lacandon Forest, Southern Mexico. Mammalia 73:211-219.
- THORNTON, D. H., 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., P. M. DOLMAN, Y C. A. PERES.** 2007. Regional scale variation in forest structure and biomass in the Yucatan Peninsula, Mexico: effects of forest disturbance. Forest Ecology and Management 247:80-90.
- URQUIZA-HAAS, T., C. A. PERES, Y P. M. DOLMAN.** 2009. Regional scale effects of human density and forest disturbance on large-bodied vertebrates throughout the Yucatán Peninsula, Mexico. Biological Conservation 142:134-148.
- URQUIZA-HAAS, T., C. A. PERES, Y P. M. DOLMAN.** 2011. 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.
- VILLARREAL-E. B., O. H. THUMMLER, J. E. HERNÁNDEZ, F. J. FRANCO, L. E. CAMPOS, R. RESÉNDIZ, T. BARRERA, Y L. CARREÓN.** 2008. Premio Thummler: El Súper Slam de los Venados de México. Pp. 31-48 en Conservación y Manejo de Fauna Cinegética de México (Villarreal, O.A., F. J. Franco, J. E. Hernández y S. Romero, eds.). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- WEBER, M.** 2008. Un especialista, un generalista y un oportunista: uso de tipos de vegetación por tres especies de venados en Calakmul, Campeche. Pp. 146-164 in Mamíferos terrestres de la frontera Sur de México (Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds.). AMMAC. México.
- WEBER, M.** 2014. Temazates y venados cola blanca tropicales. Pp. 421-452 en Ecología y manejo de fauna silvestre en México (Valdés, R., y J. Alfonso Ortega-S. eds.). Colegio de Posgraduados. Texcoco, México.
- WEBER, M., P. C. DE GRAMMONT, Y A. D. CUARÓN.** 2008. *Mazama pandora*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T29622A9506829. <http://www.iucnredlist.org/details/29622/0> Consultado 1 de Octubre de 2015.
- WEBER, M., Y S. GONZÁLEZ.** 2003. Latin America deer diversity and conservation: A review of status and distribution. Ecoscience 10:443-454.
- ZAR, J. H.** 1999. Biostatistical Analysis. 4th edition Prentice Hall of Australia. Sydney, Australia.

Submitted: October 15, 2015

Review: December 3, 2015

Accepted: January 10, 2016

Associated editor: Rafael Reyna

