

Selección de hábitat por el venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus* (Gmelin, 1788) y su densidad poblacional en dos localidades de la región centro del Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México.

Victor Hugo Flores-Armillas¹, Sonia Gallina², José Raúl García Barrios³, Víctor Sánchez-Cordero⁴, y Fernando Jaramillo Monrroy⁵

Abstract

In the Natural Protected Corridor Chichinautzin (CBCH) there are issues such as hunting, deforestation, expansion of the agricultural frontier, urbanization and poor planning in natural resource management. The management of deer species has been shown to have great potential to promote conservation and sustainable use of the ecosystem of which they form part of. Before proposing a management strategy for white-tailed deer in the CBCH, it is necessary to consider the basic characteristics of the species distribution in the area, obtain reliable data on their population density and set policies consistent with management information obtained. This study is an important contribution to the knowledge of the species in temperate forests of the state of Morelos, since there was no record of habitat use and population density. Population density was obtained within the scope of 2.74 ± 3.62 deer / km² in the town of San Juan Tlacotenco and 2.71 ± 2.07 deer / km² in the Huexcalapa volcano, which is considered low relative to other investigations with the same species in the same type of habitat. On the other hand, in terms of habitat selection, white-tailed deer preferred the pine-oak forest and cloud forest. The low density of white-tailed deer appears to be related to a set of factors such as land use change, poaching and habitat availability.

Key words: *conservation, Chichinautzin, habitat, Morelos, population density, white-tailed deer.*

Resumen

En el Área Natural Protegida Corredor Biológico Chichinautzin (CBCH) existen

¹ FAUNAM A. C. Cerrada de Miguel Noreña #27 piso 1, 101A. Colonia José Insurgentes. Delegación Benito Juárez. CP 03900. Tel: (01) 55 549123. E-mail: victor_bios@hotmail.com. Autor correspondiente

² Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A. C., Carretera Antigua Coatepec No. 351, El Haya, Xalapa 91070 Veracruz, México. E-mail: sonia.gallina@inecol.edu.mx.

³ Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad s/n, Circuito 2, C.P. 62210, Cuernavaca, Morelos, Campus Morelos de la UNAM. E-mail: rgarciab@servidor.unam.mx.

⁴ Departamento de Zoología, Instituto de Biología, U.N.A.M. Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Copilco, Coyoacán México, Distrito Federal. C.P. 04510. Tel: (01) 562-29163. E-mail: victor@ibunam2.ibiologia.unam.mx.

⁵ Fundación Doster A. C. Paseo de las Camelias 106-110, Tabachines, Club de Golf Cuernavaca Morelos. C.P. 62498. Tel: (01)777 1196541. E-mail: fjm5@hotmail.com.

problemáticas tales como la cacería, deforestación, ampliación de la frontera agropecuaria, urbanización y poca planeación en el manejo de los recursos naturales.

El manejo de las especies de venado cola blanca ha mostrado tener un gran potencial para promover la conservación y el uso sustentable del ecosistema del cual forman parte. Antes de poder proponer una estrategia de manejo para el venado cola blanca en el CBCH, consideramos necesario conocer las características básicas de distribución de la especie en el área y obtener datos confiables de sus densidades poblacionales para poder así establecer directivas de manejo acordes con la información obtenida.

Este estudio es una importante aportación al conocimiento de la especie en los bosques templados del estado de Morelos, ya que no se contaba con el registro de su uso de hábitat y sus densidades poblacionales. Obtuvimos una densidad dentro del ámbito de 2.74 ± 3.62 venados/km² en la localidad de San Juan Tlacotenco y 2.71 ± 2.07 en el volcán Huexcalapa. La cual es considerada baja en relación con otros trabajos con la especie en el mismo tipo de hábitat. Por otro lado, en cuanto a la selección del hábitat, los venados cola blanca prefirieron los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña. La baja densidad de venado cola blanca parece estar relacionada a un conjunto de factores como: cambio de uso de suelo, caza furtiva y disponibilidad de hábitat natural remanente.

Palabras clave: conservación, Chichinautzin, densidad poblacional, hábitat, Morelos, venado cola blanca.

Introducción

La subespecie *Odocoileus virginianus mexicanus* tiene una distribución acotada al centro del país (174,404 km²) en los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos, Michoacán, San Luis Potosí, Guerrero y norte de Oaxaca; sobre las áreas montañosas del centro de México ubicadas en la ecoregión Pacífico-Centro y con presencia de bosques templados y bosque tropical seco (Mandujano *et al.* 2010). Ocupa el tercer lugar en superficie de distribución de las subespecies de venados cola blanca (Kellogg 1956; Hall 1981; Villarreal 1999).

En el caso de los bosques templados de Morelos y particularmente dentro del área de protección de flora y fauna "Corredor Biológico Chichinautzin" (CBCH), la distribución y densidad del venado cola blanca no ha sido estudiada formalmente aunque algunos autores y habitantes de la zona mencionan de manera descriptiva y anecdótica la presencia de la especie dentro de él (Ramírez-Pulido 1969). Por otro lado, a pesar de que en los años 80 se mencionaba la desaparición de la especie dentro del estado de Morelos (Méndez 1984), el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Morelos (2009) ha registrado su presencia con huellas y excretas en parajes de las lagunas de Atexcapan, Acoyotongo, Zempoala y la localidad de Fierro del Toro, dentro del municipio de Huitzilac al norte del estado de Morelos.

Los bosques templados del noroeste de Morelos enfrentan un grave deterioro ocasionado principalmente por la tala del bosque, la extracción de tierra de monte, la expansión de la frontera agropecuaria y el crecimiento de los núcleos urbanos. Dichos deterioros han ocasionado la pérdida de grandes áreas del hábitat del venado cola blanca y que sus poblaciones hayan sido disminuidas por la cacería (Morales-Mávil y

Villa-Cañedo 1998; Argüelles 2008).

En general, se reconoce al venado con valores de la fauna silvestre como: los ecológicos como alimento para depredadores y dispersor de semillas (Villareal 1996, 1997; Rodríguez-Soto *et al.* 1998), culturales, estéticos, recreativos, económicos (industria peletera, alimenticia y ecoturismo) y como fuente tradicional de alimento (Negret 1984; Parra-Lara 1986). Por otro lado, la adaptación, tamaño, amplia distribución, calidad de su carne para el consumo humano y la estética de sus astas, han colocado al venado cola blanca como una de las especies cinegéticas más importantes de Norteamérica, así como de las más manejables en forma intensiva y extensiva en México (Galindo-Leal y Weber 1998; Villarreal 1999; Villareal 2002; González *et al.* 2003; Medina *et al.* 2008). Por consiguiente posee un gran potencial para promover la restauración y conservación de los ecosistemas de los que forma parte dada su popularidad como especie cinegética (Reyna 1997; Villarreal 2006).

En México, dicho aprovechamiento se hace de manera legal en las Unidades de Manejo Ambiental (UMA's) que promueven esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables y que frenan o revierten los procesos de deterioro ambiental logrando otras fuentes de empleo e ingresos para las comunidades rurales (INE 2000; Gallina y Escobedo-Morales 2009; Gallina-Tessaro *et al.* 2009; Retes *et al.* 2010).

Las decisiones para autorizar la caza de un número determinado de venados dentro de una UMA se sustentan principalmente en estudios poblacionales, más que en información sobre el uso y selección del hábitat (Medina *et al.* 2008). Sin embargo, es necesario conocer ambas características poblacionales de cualquier especie que se intente conservar o reintroducir (Mandujano *et al.* 2004). Con dicha información es posible elaborar la propuesta para la selección y protección de áreas bien definidas que esté prefiriendo la especie (Manly *et al.* 1993 en Medina-Torres *et al.* 2007; Amézcuca 2010) siempre teniendo en cuenta las condiciones espaciales, las características de hábitat, aspectos físicos, ambientales, de comportamiento, fisiológicos y reproductivos de las especies objetivo (Morrison 2001).

Con el fin de realizar un manejo planificado de los recursos naturales, estimar la densidad poblacional y el uso de hábitat del venado cola blanca, es sumamente importante para conocer la situación en que se encuentra la especie en la región central del CBCH. Este conocimiento bien sustentado permitirá generar con pertinencia un programa de manejo de la especie que pueda servir de alternativa económica sustentable a las comunidades humanas, o en su caso, establecer un plan de restauración de sus poblaciones silvestres para posteriormente determinar las posibilidades de aprovechamiento consuntivo o no consuntivo (Morrison 2001).

Este trabajo tuvo tres objetivos principales: conocer la distribución actual dentro de los bosques templados del norponiente del estado de Morelos pertenecientes al centro del CBCH, determinar el uso y la preferencia de hábitat de la subespecie *O. v. mexicanus* y finalmente estimar la estimar su densidad poblacional en dos localidades dentro de dichos bosques.

Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el centro del CBCH (1250-3450 msnm) dentro de la provincia biogeográfica "Eje volcánico" (CONABIO 1997). Comprende los municipios de Huitzilac y Tepoztlán en el estado de Morelos y en menor proporción en la parte sur de las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta dentro del Distrito Federal, con un área aproximada de 6,692 km² (Fig. 1). Presenta tres tipos de clima: Semifrío subhúmedo con verano fresco largo (Cb'(w2)), Templado subhúmedo (C (w2)) y Semicálido subhúmedo del grupo C ((A)C(w2), García 1998; Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Morelos 2009). Edafológicamente el CBCH presenta unidades edáficas compuestas principalmente por Andosol (CONABIO 2004).

En cuanto a la vegetación, el 69.2% del CBCH presenta zonas con cobertura forestal, de los cuales los bosques de oyamel y pino cubren una superficie de 16,286 ha (25.4%), los bosques de latifoliadas en conjunto con la selva baja caducifolia poseen una superficie de 20 972 ha (32.7 %) y el bosque mixto se encuentra distribuido en una superficie de 7,159 ha (11.2%, Guzmán *et al.* 2008). En la región norte del CBCH se distribuyen pastizales que sirven de hábitat para las poblaciones de conejo zacatuche o teporingo (*Romerolagus diazi*) y el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*) ambas especies en peligro de extinción y endémicos del Eje Neovolcánico Transversal, de acuerdo a la NOM 059-SEMARNAT-2010. Otras especies que se encuentran en la zona son: gato montés (*Lynx rufus*), zorra (*Urocyon cinereoargenteus*); aves como *Buteo albonotatus*, *B. jamaicensis*, *Bubo virginianus*; las serpientes *Crotalus transversus* y *C. polystictus*; y las lagartijas *Barisia imbricata* y *Phrynosoma orbiculare*.

Localidades para la determinación de la densidad poblacional:

Localidad "Volcán Huexcalapa". Se encuentra a 7.17 km de la comunidad de Tres Marías (5,426 habitantes, INEGI 2005) en el municipio de Huitzilac. El cual posee el 41% del bosque de pino del estado de Morelos, además de grandes extensiones de bosques de pino-encino y oyamel en las partes más altas (Anuario estadístico de Morelos 1997). Buena parte de estos bosques son terrenos comunales, pero incrustados en ellos hay lotes de pequeña propiedad privada (Estrada 2002). El principal uso de suelo de la zona es la agricultura de temporal, siendo el cultivo principal la avena forrajera (CIB-UAEM 2009; Amézcuca *et al.* 2010).

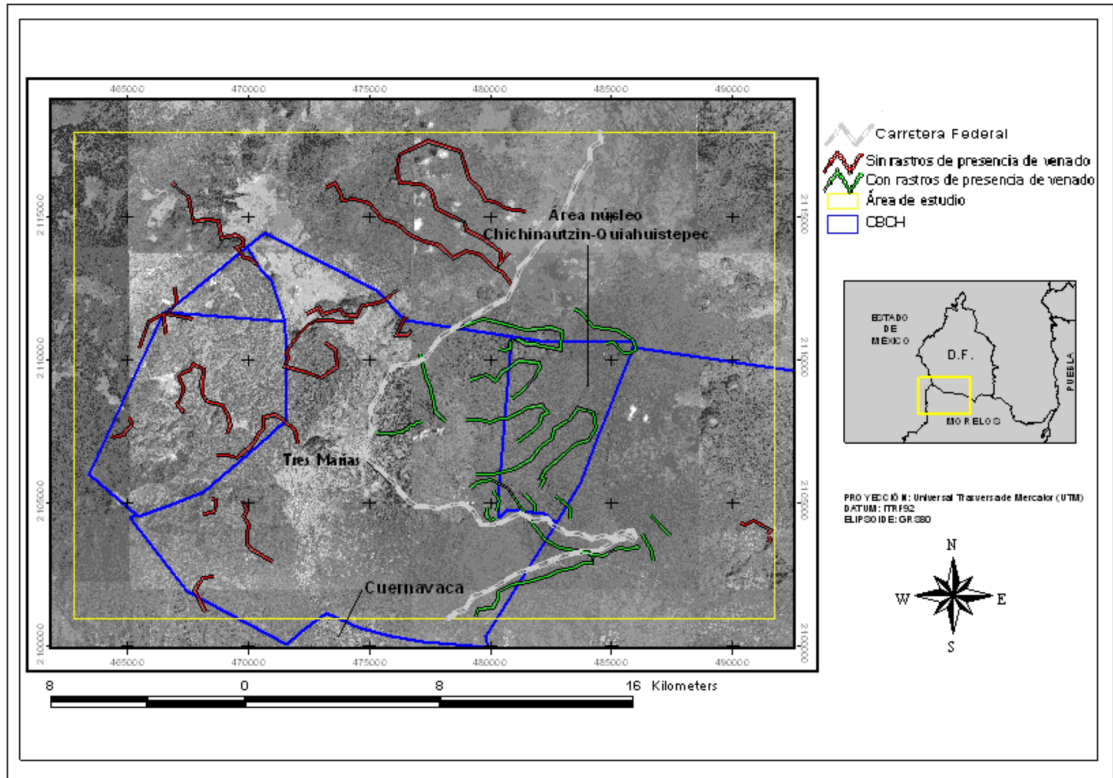
Localidad "San Juan Tlacotenco". Se encuentra a 6.72 km de la comunidad indígena de San Juan Tlacotenco (1,839 habitantes, INEGI 2005) de propiedad comunal y perteneciente al Municipio de Tepoztlán. El área tiene grandes áreas de bosques conservados, pero divididas por la antigua vía del ferrocarril del Pacífico. En la parte norte existen terrenos de cultivo abandonados con vegetación secundaria y en la parte sur se encuentra la autopista Cuernavaca-Tepoztlán-México la cual funciona como una barrera prácticamente infranqueable para la fauna terrestre.

Método

Para determinar el área general donde se distribuye el venado cola blanca en la región central del CBCH, se recorrieron a pie y en auto sobre terracería 17 transectos regionales de longitud variable durante los meses de enero a noviembre del 2006 (Fig. 1). Las

áreas exploradas fueron elegidas basándose en el análisis de las ortofotos del área y en el trabajo de Palacio *et al.* (2000) tomando en cuenta la accesibilidad, cobertura vegetal, cercanía a poblados y aparente estado de conservación determinado por la existencia de superficies de vegetación poco fragmentados por caminos, carreteras o desmontes de otro tipo. Posteriormente, se identificaron y registraron los rastros que pudieran indicar la presencia del venado cola blanca de acuerdo con Aranda (2000).

Figura 1. Área de estudio con respecto al Corredor Biológico Chichinautzin y la distribución espacial de los transectos regionales con presencia y ausencia de rastros de venado cola blanca.
Coordenadas:
NE: Lat= 19.170,
Lon=117.355,
NO: Lat= 19.170, Lon=
117.080,
SE: Lat= 18.988, Y=
117.355 y
SO: Lat=18.989, Lon=
117.080.



La disponibilidad de cada tipo de hábitat se calculó con el sistema de información geográfica ArcView versión 3.2 a partir de Palacio *et al.* (2000). Para establecer si alguno de estos tipos de vegetación es seleccionado por el venado cola blanca, se utilizó un análisis de uso-disponibilidad semejante al utilizado por Byers y Steinhorst (1984). De esta manera, si los venados evitan o prefieren ciertos hábitats entonces se encontrará un menor o mayor número de excrementos en estos hábitats (Galindo-Leal y Weber 1998).

Con la proporción de cada uno de los tipos de hábitat evaluado y el uso de los mismos por el venado (mediante la presencia de grupos de excretas), se realizó una prueba de Chi-cuadrada (X^2) para determinar si existe diferencia significativa entre la utilización esperada de los tipos de vegetación (basada en su disponibilidad) y la frecuencia observada en su uso. Se usaron los intervalos de Bonferroni con un intervalo de confianza del 95% para conocer qué tipo de vegetación es preferida (Byers y Steinhorst 1984; Estrada-Crocker y Naranjo-Piñera 1998; Guerrero-Cadenas *et al.* 2003; Mandujano *et al.* 2004; Sánchez-Lalinde y Pérez-Torres 2008; Álvarez-Cárdenas *et al.* 2009).

Debido a la aparente escasa densidad de los venados en el área y la dificultad para su observación se utilizó el método indirecto de conteo de excretas para estimar la densidad poblacional del venado cola blanca en las localidades de San Juan Tlacotenco y el volcán Huexcalapa, las cuales contaron con la mayor cantidad de rastros durante

los recorridos regionales (Ezcurra y Gallina 1981; Mandujano 1992; Galindo-Leal y Weber 1998; Sánchez-Rojas *et al.* 2009). Sobre estas localidades se establecieron doce transectos en total, distribuidos al azar con una longitud de 400 m de largo, donde cada diez metros se colocaron parcelas para la acumulación de excretas (162 en San Juan Tlacotenco y 320 en el volcán Huexcalapa, 482 parcelas en total con un área de 67.9 m² cada una). Fueron revisadas sistemáticamente con un tiempo de depósito de tres a cuatro meses, durante el invierno del 2006 y la primavera del 2007 (Eberhart y Van Etten 1956; Ezcurra y Gallina 1981; Galindo-Leal 1992; Galindo-Leal y Weber 1998).

La densidad de la población en las dos localidades mencionadas se determinó utilizando el modelo de Eberhardt y Van Etten (1956): $D = (a)(x)/(t)(f)$, donde D es la densidad poblacional (individuos/km²), a es el número de áreas circulares por kilómetro cuadrado, x es el promedio de grupos fecales por área circular, t es el tiempo de depósito de los grupos fecales (que varió entre 70 y 99 días, por lo que se utilizó un promedio de 84.5), y f es la tasa de defecación. Utilizamos tanto la tasa tradicional de 12.7 grupos fecales/día/individuo (Eberhardt y Van Etten, 1956) empleada en numerosos estudios de la especie, como la tasa promedio de 17 grupos fecales/día/individuo propuesta por Pérez-Mejía *et al.* (2004) específica para *Odocoileus virginianus mexicanus*.

Resultados y Discusión

Uso de hábitat

Durante la realización de los 17 transectos regionales se recorrieron bosques de pino (68.7 km), bosques de pino-encino (18.7 km), bosques de oyamel (15.7 km), bosques mesófilos de montaña (11.7 km), bosque de encino (5.2 km), zonas de agricultura de temporal (4.9 km), pastizales (3.6 km), selva baja caducifolia (1.9 km) y matorral xerófilo crasicaule (1.6 km). En total, 132 km dentro del área general de estudio.

Durante los recorridos el mayor número de rastros se encontraron en los bosques de encino-pino, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino. Se determinó la extensión total de dichos bosques dentro del área general de muestreo lo que significó el hábitat disponible por tipo de vegetación: bosque de pino como vegetación dominante (41.4 km²), bosque de pino-encino (27.7 km²) y bosque mesófilo de montaña (8.5 km²).

Usando el número de grupos de excretas obtenido para la determinación de la densidad de la población de venados, se determinó que la distribución de los grupos de excretas indican que los venados utilizan más los bosques de la asociación pino-encino (68 grupos fecales), posteriormente los del bosque mesófilo de montaña (37 grupos) y finalmente el bosque de pino (23 grupos). Esto es contrario al uso esperado de acuerdo a la disponibilidad que coloca al bosque de pino en primer lugar (Cuadro 1).

Tipo de vegetación	Área total km ²	Área relativa	Uso esperado	Uso observado
Bosque de Pino.	41.42	0.53	68.348 (0.53)	23 (0.18)
Bosque de Pino-Encino.	27.68	0.36	45.675 (0.36)	68 (0.53)
Bosque Mesófilo de Montaña	8.47	0.11	13.977 (0.11)	37 (0.29)
Total	77.57	1.00	128.00 (1.00)	128 (1.0)

Cuadro 1. Datos de utilización-disponibilidad de venado cola blanca en el CBCH.

Los resultados del análisis de Chi-cuadrada (X^2) indican que existen diferencias significativas entre el uso y la disponibilidad de los tipos de vegetación analizados ($X^2 = 78.93$, $P < 0.0001$, Cuadro 2).

Cuadro 2. Chi-cuadrada.

Caso	Uso observado	Uso esperado	O-E	(O-E)**2/E
Bosque de Pino	23.0000	68.3481	-45.3481	30.0879
Bosque de Pino-Encino	68.0000	45.6754	22.3246	10.9115
Bosque Mesófilo de Montaña	37.0000	13.9765	23.0235	37.9264
Suma	128.000	128.0000	0.0000	78.9258
Chi-cuadrada= 78.92580		g.l.=2	$P < 0.0001$	

Al encontrarse diferencias significativas, se calcularon los intervalos de Bonferroni (Z) con 95% de confianza descritos por Byers y Steinhorst (1984), para determinar las categorías del hábitat que son utilizadas significativamente más o menos que su disponibilidad (Cuadro 3). En total, se contaron 92 grupos de excretas, 49 grupos en la primera revisión y 43 grupos en la segunda (Cuadro 4).

Cuadro 3. Intervalos de confianza simultáneos empleando la aproximación de Bonferroni.

Tipo de vegetación	Proporción de uso esperado	Proporción actual de uso P	Intervalos de Bonferroni para P		Condición
Bosque de Pino	0.534	0.18	0.10	$\leq P1 \leq 0.25$	(-) Evita
Bosque de Pino-Encino	0.357	0.531	0.42	$\leq P2 \leq 0.63$	(+) Prefiere
Bosque Mesófilo de Montaña	0.109	0.289	0.19	$\leq P3 \leq 0.38$	(+) Prefiere

Cuadro 4. Grupos de excretas por transecto

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

La distribución del venado cola blanca observada en la zona general de estudio, se encuentra separada por la carretera que comunica a la ciudad de Cuernavaca con el Distrito Federal y por terrenos de cultivo. Lo anterior se infiere debido a que en ningún transecto regional que se ubicó dentro o cerca del Parque Nacional "Lagunas de Zempoala" se encontró rastro del venado cola blanca (Fig.1). Esto no quiere decir que la especie haya desaparecido totalmente, debido a que hay comentarios de pobladores de la zona que hablan de haber encontrado a la especie en áreas muy poco accesibles dentro del mismo parque y lejos de los mayores centros de concentración humana en el norponiente del estado como lo son los poblados de Tres Marías y Huitzilac. Por otro lado, a pesar de que en varios transectos regionales se encontraron rastros de la especie,

estos fueron muy escasos y parecieron concentrarse dentro y en la zona de influencia del área núcleo del CBCH "Chichinautzin - Quiahuatepec" la cual cuenta con 2,873 ha.

El bosque de pino-encino fue preferido en primer lugar, posteriormente el bosque mesófilo de montaña y finalmente el bosque de pino fue evitado ó su uso es mucho menor al esperado a pesar de su mayor extensión (Pineda-Estrada y Sánchez-Rojas 2002; Sánchez-Rojas *et al.* 2009). Si bien en este trabajo no se profundiza en la metodología para determinar cuáles son las razones que estén ocasionando tal selección de hábitat, a continuación describiremos cuáles son las condiciones que presentan estos tipos de hábitat que podrían influir en dicha selección.

El bosque de pino resultó ser evitado a pesar de que su composición florística presente el 68.4% de especies con potencial para cubrir las necesidades de mantenimiento del venado cola blanca, con alta cantidad de plantas herbáceas que junto con las arbustivas, asegura la diversidad de alimento para el venado (Amézcuca *et al.* 2010). En cuanto al uso de suelo y conservación de estos bosques, éstos limitan directamente con campos de cultivo, líneas de luz, brechas corta fuego, la carretera federal México-Cuernavaca y los centros de poblacionales más grandes del norponiente del estado de Morelos.

En general los bosques de pino se encuentran altamente perturbados y a pesar de contar con alimento y cobertura de protección de la densa vegetación secundaria, los venados están evitando este hábitat. Estos resultados no coinciden con lo mencionado por Galindo-Leal y Weber (1998) cuando mencionan que es posible encontrar a la especie en bosques con alto grado de perturbación en el Eje Neovolcánico dentro de zonas ganaderas, agrícolas y en los alrededores de poblados de tamaño regular.

Otra de las razones que pueden estar influenciando la selección del hábitat es la presencia de ganado ovino y vacuno. La presencia de estas especies puede afectar al venado directamente (comportamiento, competencia) o indirectamente (enfermedades compartidas, cambios de hábitat), además de que el pastoreo puede tener varios efectos en la disponibilidad de alimento para el venado y en la composición y estructura de su hábitat (Mackie 1981; Galindo-Leal y Weber 1998).

El bosque de Pino-Encino se encuentra separado de las áreas de mayor actividad humana por los bosques de pino, los cuales sirven como zona de amortiguamiento para las actividades humanas. En estos bosques, se encuentran terrenos de cultivo abandonados y una cantidad considerable de senderos y caminos para ciclismo de montaña, además de estar divididos en dos por la autopista México-Cuernavaca.

Los bosques de pino-encino, fueron preferidos por el venado cola blanca, lo puede ser una estrategia para evitar a los depredadores entre ellos el humano. Estos bosques se encuentran separados de las áreas de mayor perturbación y cuenta con mayor cobertura de biomasa arbustiva, lo que puede estar proveyendo al venado protección adecuada ante fenómenos meteorológicos, para el escape de depredadores, además de zonas de descanso y crianza (Galindo-Leal *et al.* 1995; Galindo-Leal y Weber 1998; Álvarez-Cárdenas *et al.* 1999; Ortiz-Martínez *et al.* 2005).

Los Bosques Mesófilos de Montaña de México presentan una distribución geográfica en forma de archipiélago, donde cada isla tiene una composición biótica característica dependiendo de la altitud, latitud, humedad, clima y suelo propios de cada lugar (Ponce-Vargas *et al.* 2006). Respecto a su composición florística, 13% de los géneros de estas comunidades son endémicos, incluyendo un gran número de especies endémicas, tanto

de flora como de fauna. Este hecho le confiere la diversidad biológica más alta de todos los tipos de vegetación de México por unidad de superficie (CONABIO 2008, 2010).

Los Bosques Mesófilos de Montaña son preferidos por los venados cola blanca. En el área de estudio se encuentran fragmentados por la autopista al Distrito Federal y la antiguas vías del tren del Pacífico en el tramo México-Cuernavaca. Sin embargo, estos bosques se encuentran más alejados a los poblados de la zona y son separados por los bosques de pino, encinares y matorrales xerófilos originados por los derrames volcánicos del Chichinautzin. Lo que ocasiona que exista una baja actividad humana, observándose en campo que el mayor uso de que se hace de este bosque es como ruta para ciclismo de montaña y tala para la producción de carbón de encino (Flores-Armillas Obs. Pers).

Las características estructurales y una aparente menor actividad antrópica, son las que podrían favorecer la preferencia del venado al bosque mesófilo de montaña. Lo que contrasta con trabajos anteriores donde se menciona que generalmente los venados prefieren bosques con vegetación secundaria, debido a que las especies colonizadoras son abundantes, fácilmente accesibles y de buena palatabilidad (Mandujano y Rico-Gray 1991; Mandujano y Gallina 1993).

Cuadro 5. Densidades de venado cola blanca encontradas por varios autores en bosques templados.

Especie	Sitio	Venados/km ²	Fuente
<i>O. virginianus</i>	Bosque de pino encino	4.83 ± 0.98	Valenzuela 1994.
<i>O. virginianus</i>	Bosque templado	2.1 ± 1.6	Sánchez-Rojas et al. 2009.
<i>O. virginianus</i>	Bosque de Pino – Encino	19 a 25	Leopold 1959.
<i>O. virginianus</i>	Bosque de Pino – Encino	17	Armas -Bautista et al. 2007.
<i>O. v. oaxacensis</i>	Bosque templado (Oyamel, Pino y Encino).	1.13 ± 1.15	Ortiz-Martínez et al. 2005.
<i>O. v. sinaloae</i>	Bosque tropical seco	11 a 14	Mandujano y Gallina 2005.
<i>O. v. sinaloae</i>	Bosque tropical	11 ± 1	Mandujano y Gallina 1993.
<i>O. v. couesi</i>	Bosque de Pino – Encino	12 a 16	Halls 1984.
<i>O. v. couesi</i>	Bosque de Pino – Encino	11.7	Galindo – Leal y Weber 1998.

Densidad poblacional

Usando la tasa de defecación de 12.7 grupos/día/venado propuesta por Eberhardt y Van Etten (1956) la densidad promedio estimada (venados/km²) para la población del venado cola blanca durante este estudio fue de 2.74 ± 3.62 para San Juan Tlacotenco y 2.71

± 2.07 en el volcán Huexcalapa. Utilizando la tasa promedio de defecación referida para esta subespecie (Pérez-Mejía *et al.* 2004), se obtienen valores más bajos que con la tasa tradicional: 2.5 ± 2.71 en San Juan Tlacotenco y de 2.02 ± 1.55 en el volcán Huexcalapa.

Tomando en consideración que se carece de información confiable sobre las densidades históricas de la especie en esta área, es difícil afirmar cual es la tendencia que está ocurriendo en la población. Sin embargo, comparando densidades determinadas en otros estudios en bosques templados, por ejemplo: 4.83 ± 0.98 venados/km² en Jalisco (Valenzuela 1994), 11.7 venados/km² en Durango (Galindo-Leal y Weber 1998) y 17 venados/km² en Michoacán (Armas-Bautista *et al.* 2007) podemos decir que las densidades encontradas en el norponiente del estado de Morelos son bajas (Cuadro 5).

Conclusiones

Las bajas densidades de la especie que se presentan en las dos localidades pudieran deberse a una combinación de agentes relacionados con la extensión de frontera agrícola, la competencia del venado con el ganado, disponibilidad de hábitat natural remanente y el efecto de las actividades antrópicas (incendios forestales, cacería y depredación por animales ferales). Por otro lado, consideramos que son los factores antropogénicos, los que pudieran estar propiciando el desplazamiento de la especie a zonas más aisladas y con menor intensidad de dichas actividades, como lo es el caso del bosque mesófilo y los bosques de pino-encino. Finalmente, la conservación del venado en la zona de estudio, conlleva necesariamente un enfoque que integre aspectos de restauración del hábitat, una estrategia para la disminución de presiones antrópicas y un estudio detallado de la ecología de la especie en la región.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Macroproyecto "Manejo de ecosistemas y desarrollo Humano" de la Universidad Nacional Autónoma de México, a la fundación Packard. A F, al maestro V. Gómez, al CBTA 154 de Huitzilac, Morelos, al F. García Lara y a la C. López Miquel.

Referencias

- ÁLVAREZ-CÁRDENAS, S., P. GALINA-TESSARO, S. DÍAZ-CASTRO, I. GUERRERO-CÁRDENAS, A. CASTELLANOS-VERA, Y E. MESA-ZAVALA. 2009. Evaluación de elementos estructurales del hábitat del borrego cimarrón en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. *Tropical Conservation Science* 2:189-203.
- ÁLVAREZ-CÁRDENAS, S., S. GALLINA, P. GALLINA-TESSARO, Y R. DOMÍNGUEZ-CADENA. 1999. Habitat availability for the mule deer (*Cervidae*) population in a relictual oak-pine forest in Baja California Sur, México. *Tropical Zoology* 12:67-78.
- AMÉZCUA, T., L. SANGINÉS, Y F. PÉREZ-GIL. 2010. Especies vegetales potencialmente consumidas por herbívoros en un bosque de pino y encino en México. *Avances en investigación agropecuaria* 14:85-97.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DEL ESTADO DE MORELOS. 1997. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- ARANDA, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de

- México. Instituto de Ecología, A.C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Xalapa, Veracruz, México.
- ARGÜELLES, L.** 2008. Uma's extensivas de venado cola blanca como instrumento económico de restauración ecológica en el noreste de Morelos. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- ARMAS-BAUTISTA, M., S. RANGEL-LANDA, L. TÉLLEZ-GARCÍA, I. DÍAZ-PACHECO, A. RODRÍGUEZ-RENTERÍA, S. GÓMEZ-MORALES, G. MARTÍNEZ-GUTIÉRREZ, Y S. DE HARO-GUIJARRO.** 2007. Uma's Ichamio, inicio del camino: el proceso de una alternativa productiva y de conservación. Presentación en el V foro regional para la conservación y manejo productivo del venado cola blanca. Morelia, Michoacán, México.
- BYERS, R., Y K. STEINHORST.** 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 48:1050-1052.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD DE MORELOS.** 2009. Introducción al Corredor Biológico, Chichinautzin. http://www.cib.uaem.mx/chichinautzin/prin_desc.htm. Revisado el 11 de enero del 2010. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Morelos, México.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Distrito Federal.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** 2004. La diversidad biológica de México. Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Distrito Federal.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** 2008. Capital Natural de México, Vol. 1 Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Distrito Federal.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD.** 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: Amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Distrito Federal.
- EBERHARDT, L. Y C. VAN ETTEN.** 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *Journal of Wildlife Management* 20:70-74.
- ESTRADA, M.** 2002. Cambio social y costumbres laborales: Contradicciones entre el uso y protección del bosque en Huitzilac, México. *Estudios mexicanos* 18:323-350.
- ESTRADA-CROKER, F., Y E. NARANJO-PIÑERA.** 1998. Ecología del agutí mexicano (*Dasyprocta mexicana*) en el Zapotal, Chiapas. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas. Departamento de información para la conservación. Informe final SNIB-CONABIO proyecto no.g020. México D.F.
- EZCURRA, E., Y S. GALLINA.** 1981. Biology and population dynamics of white tailed deer in northwestern Mexico. Pp. 77-108 in *Deer biology, habitat requirements, and management in western North America* (FOLLIOU, P., Y S. GALLINA, eds). Instituto de Ecología, Xalapa Veracruz, México.
- GALINDO-LEAL, C.** 1992. Overestimation of deer densities in Michilia biosphere reserve. *Southwestern Naturalist* 37:209-212.
- GALINDO-LEAL, C., A. MORALES-GARCÍA, Y M. WEBER.** 1995. Utilización de hábitat, abundancia y dispersión del venado de Coues: Un experimento semi-natural. Pp. 315-332 in

- Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica. (VAUGHAN, C., Y M. RODRIGUEZ, eds.). Editorial de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- GALINDO-LEAL, C., Y M. WEBER.** 1998. El venado de la sierra madre occidental: Ecología, manejo y conservación. CONABIO-EDICUSA, México, Distrito Federal.
- GALLINA, S., Y L. ESCOBEDO-MORALES.** 2009. Análisis sobre las unidades de manejo (UMAS) de ciervo rojo (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758) y wapití (*Cervus canadensis* (Erxleben, 1777) en México: Problemática para la conservación de los ungulados nativos. *Tropical Conservation Science* 2:251-265.
- GALLINA-TESSARO, S., A. HERNÁNDEZ-HUERTA, C. DELFÍN-ALFONSO, Y A. GONZÁLEZ-GALLINA.** 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1:143-152.
- GARCÍA, E.** 1998. Climas: Clasificación de Köppen, modificado por García. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Escala 1:1000000. México.
- GONZÁLEZ, A., L. LOBATO, A. VELÁZQUEZ, Y A. TORRES.** 2003. El manejo del venado cola blanca: La experiencia de una comunidad indígena para el manejo y uso sustentable de la vida silvestre. Pp. 277-299 in *Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales* (VELÁSQUEZ, A., A. TORRES, Y G. BOCCO, comps). Instituto Nacional de Ecología, México, Distrito Federal.
- GUERRERO-CADENAS, I., I. TOVAR-ZAMORA, Y S. ÁLVAREZ CÁRDENAS.** 2003. Factores que determinan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, B.C.S., México. *Anales del instituto de biología, UNAM, Serie zoología* 74:83-98.
- GUZMÁN, A. V., J. LÓPEZ-GARCÍA, Y L. MANZO.** 2008. Análisis espectral y visual de vegetación y uso de suelo con imágenes Landsat ETM+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el Corredor Biológico Chichinautzin, Morelos, México. *Investigaciones geográficas, boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 67:59-75.
- HALL, R. E.** 1981. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons, New York, New York.
- HALLS, L. K. (ED).** 1984. *White-tailed deer ecology and management*. Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania.
- INE (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA).** 2000. Estrategia nacional para la vida silvestre. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA).** 2005. Censo de población y vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.
- KELLOGG, R.** 1956. What and where are the whitetails? Pp. 31-51 in *The deer of North America* (TAYLOR, W. ed). The Stackpole Company, Harrisburg, Pennsylvania.
- LEOPOLD, A. S.** 1959. *Wildlife of Mexico, the game birds and mammals*. University of California Press, Berkeley, California.
- MACKIE, R. J.** 1981. Interspecific relationships. Pp. 487-508 in *Mule and black tailed deer of North America* (WALLMO, O. C. ed). Wildlife management institute book, University of Nebraska Press, Lincoln, Nebraska.
- MANDUJANO, S.** 1992. Estimaciones de la densidad poblacional del venado cola blanca

- (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical caducifolio de Jalisco. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- MANDUJANO, S., C. A. DELFIN-ALFONSO, Y S. GALLINA.** 2010. Comparison of geographic distribution models of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) subspecies in Mexico: Biological and management implications. *Therya* 1:41-68.
- MANDUJANO, S., S. GALLINA, G. ARCEO, Y L. PÉREZ.** 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:45-67.
- MANDUJANO, S., Y S. GALLINA.** 1993. Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta zoológica mexicana* (n. s.) 56:1-38.
- MANDUJANO, S. Y S. GALLINA.** 2005. Dinámica poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical seco. Pp. 335-348 in *Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa* (SÁNCHEZ-CORDERO, V., Y R. MEDELLÍN eds.). Instituto de Biología-UNAM, Instituto de Ecología-UNAM y CONABIO, México, Distrito Federal.
- MANDUJANO, S., Y V. RICO-GRAY.** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) by the maya of central Yucatán, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11:175-183.
- MANLY, B., L. MCDONALD, Y D. THOMAS.** 1993. Resource selection by animals. Statistical desing and analysis for field studies. Chapman & Hall, Londres, Reino Unido.
- MEDINA, S. M., E. GARCÍA, M. MÁRQUEZ, H. VAQUERA, A. ROMERO, Y M. MARTÍNEZ.** 2008. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24:191-212.
- MEDINA-TORRES, S., M. MÁRQUEZ, Y E. GARCÍA.** 2007. Uso y selección de embalses por el pato mexicano (*Anas diazi*) en la Región del Llano, Aguascalientes-Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 23:163-181.
- MÉNDEZ, E.** 1984. México and Central America. Pp. 513-524 in *White-tailed deer: Ecology and management* (HALLS, L. ed). Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania.
- MORALES-MÁVIL, J. E., Y J.T. VILLA-CAÑEDO.** 1998. Notas sobre el uso de la fauna silvestre en Catemaco, Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 73:127-143.
- MORRISON, M.** 2001. Introduction: Concepts of wildlife and wildlife habitat for ecological restoration. *Restoration Ecology* 9:251-252.
- NEGRET, R.** 1984. Ecología y manejo de fauna silvestre. Corporación colombiana para la Amazonía Araracuara, Bogotá, Colombia.
- 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 el 30 de diciembre de 2010. Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, Distrito Federal.
- ORTIZ-MARTÍNEZ, T., S. GALLINA, M. BRIONES, Y G. GONZÁLEZ.** 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*

- oaxacensis*, Goldman y Kellogg, 1940) en un bosque templado de la sierra del norte de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana 21:65-78.
- PALACIO, J., G. BOCCO, A. VELÁSQUEZ, J. MAAS, F. TAKAKI, A. VICTORIA, L. LUNA, G. GÓMEZ, J. LÓPEZ, M. PALMA, I. TREJO, A. PERALTA, J. PRADO, A. RODRÍGUEZ, R. MAYORGA, Y F. GONZÁLEZ.** 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del inventario forestal nacional 2000. Investigaciones Geográficas, UNAM. Boletín del Instituto de Geografía 43:183-203.
- PARRA-LARA, A. C.** 1986. Uso y manejo tradicional de la fauna silvestre y su relación con otras actividades productivas en San Pedro Jicayan, Oaxaca. Cuadernos de divulgación, Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos (Xalapa, México) 27:1-51.
- PÉREZ-MEJÍA, S., S. MANDUJANO, Y L. MARTÍNEZ-ROMERO.** 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. Acta Zoológica Mexicana 20:167-170.
- PINEDA-ESTRADA, R., Y G. SÁNCHEZ-ROJAS.** 2002. Uso del hábitat del venado cola blanca texano introducido en un bosque de pino encino en la Sierra de Pachuca. VII Simposio sobre venados en México "Ing. Jorge Villareal González" Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal.
- PONCE-VARGAS A., I. LUNA-VEGA, O. ALCÁNTARA-AYALA, Y C. RUIZ-JIMÉNEZ.** 2006. Florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 77:177-190.
- RAMÍREZ-PULIDO, J.** 1969. Contribución al estudio de los mamíferos del Parque Nacional Lagunas de Zempoala, Morelos, México. Serie Zoológica 2:253-290.
- RETES, R., M. CUEVAS, S. MORENO, F. DENOGEAN, F. IBARRA, Y M. MARTÍN.** 2010. Unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre como alternativa para "Los nuevos agronegocios". Revista Mexicana de Agronegocios 27:336-346.
- REYNA, H. R.** 1997. Implementación de un criadero de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México.
- RODRÍGUEZ-SOTO, J. C., O. NERI Y J. G. VILLARREAL.** 1998. Ranchos cinegéticos: oportunidad de diversificación ganadera sustentable. FIRA boletín informativo 306:1-100.
- SÁNCHEZ-LALINDE, C., Y J. PÉREZ-TORRES.** 2008. Uso de hábitat de carnívoros simpátricos en una zona de bosque seco tropical de Colombia. Mastozoología Neotropical 15:67-74.
- SÁNCHEZ-ROJAS, G., C. AGUILAR-MIGUEL, Y E. HERNÁNDEZ-CID.** 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Tropical Conservation Science 2:204-214.
- VALENZUELA, D.** 1994. Estimación de la densidad y distribución de la población del venado cola blanca en el bosque la primavera, Jalisco, México. Pp. 247-262 in Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica (VAUGHAN, C., Y M. RODRÍGUEZ, eds). Editorial EUNA, Heredia, Costa Rica.
- VILLARREAL, J.** 1996. Las 14 subespecies mexicanas de venado cola blanca (*Odocoileus*

- virginianus*) requieren de un libro de récords de caza para beneficio de la especie. Pp. 65-68 in memorias del V simposio sobre venados en México. UNAM-ANGADI.
- VILLARREAL, J.** 1997. Factores a considerar para la obtención de trofeos de venado cola blanca. Unidad de seminarios campus Maderos. Monterrey Nuevo León, México.
- VILLARREAL, J.** 1999. Venado cola blanca; manejo y aprovechamiento cinegético. Unión ganadera regional de Nuevo León, México.
- VILLARREAL, J.** 2006. Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. Unión ganadera regional de Nuevo León, México.
- VILLARREAL, O. A.** 2002. El grand-slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. Archivos de zootecnia 51(192-194):187-193.

Sometido: 21 de enero de 2011

Revisado: 25 de abril de 2011

Aceptado: 10 de diciembre de 2011

Editor asociado: Jesús Maldonado

Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández