

DISTRIBUCIÓN REGIONAL DEL VENADO TEMAZATE ROJO (*Mazama temama*) EN EL ESTADO DE PUEBLA, MÉXICO

REGIONAL DISTRIBUTION OF RED BROCKET DEER (*Mazama temama*) IN PUEBLA, MEXICO

Oscar A. Villarreal-Espino-Barros^{1,2}; Germán D. Mendoza-Martínez³; Raúl Guevara-Viera⁴; Jorge E. Hernández-Hernández¹; Francisco J. Franco-Guerra¹; Julio C. Camacho-Ronquillo¹; José L. Arcos-García^{5*}.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ²Centro de Agroecología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. km 7.5 Carretera Cañada Morelos. C. P. 75470. El Salado, Tecamachalco, Puebla, MÉXICO.

³Departamento de Producción Agrícola y Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, col. Villa Quietud. C. P. 04960. Delegación Coyoacán, MÉXICO, D. F.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey. Ctra. Circunvalación Norte km 5. C. P. 74650. Camaguey, CUBA.

⁵Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Mixtepec. C. P. 71980. Juquila, Oaxaca, MÉXICO.

Correo-e: jarcos@zicatela.umar.mx Tel.: 9545824995 (* Autor para correspondencia).

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer la distribución del venado temazate rojo (*Mazama temama*) en Puebla, a través de un muestreo en campo, fundamentado en referencias bibliográficas y entrevistas a personas relacionadas con la especie. El muestreo se realizó mediante el recorrido de cuadrantes lineales con longitud variable y anchura fija, para determinar la presencia del venado por medio de la observación directa (animales observados) e indirecta (huellas, excretas, talladeros o animales cautivos). La distribución regional se obtuvo a partir de la información generada en los sitios donde se corroboró la presencia de temazate, con ayuda de un Sistema de Información Geográfica (SIG), empleando el programa Arc View 3.2. Los resultados del SIG sugieren que el venado se distribuye en el Totonacapan y la zona poniente de la Sierra Norte y en la zona oriental de la Sierra Negra, en una superficie total de 99,410.96 ha. El índice de similitud (95.2) entre sierras, por evidencia directa o por rastros, indica presencia y distribución similar de temazate rojo, concordando con los resultados del SIG. Se concluye que la distribución regional de temazate rojo en Puebla se concentra en 42 municipios pertenecientes a la Sierra Norte y zona oriental de la Sierra Negra.

PALABRAS CLAVE: Cérvidos, fauna silvestre, entrevistas, Sierra Norte, Sierra Negra.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the distribution of red brocket deer (*Mazama temama*) in Puebla, through a field sample, based on literature references and interviews with people related to the species. This sampling was performed by linear path quadrants with variable length and width fixed to determine the presence of deer through direct observation (seeing animals) and indirect observation (footprints, feces, bark rubbing or captive animals). The regional distribution was obtained from the information generated at sites that corroborated the presence of temazate, using Geographic Information System (GIS) using the Arc View 3.2 program. The GIS results suggest that the deer is distributed in the Totonacapan and the western area of the Sierra Norte and in the eastern part of the Sierra Negra, covering a total area of 99,410.96 ha. The similarity index (95.2) in both Sierras, by direct evidence or traces, indicates presence and similar distribution of red brocket deer, agreeing with the results of the GIS. We conclude that the regional distribution of red brocket deer in Puebla is concentrated in 42 municipalities of the Sierra Norte and east of the Sierra Negra.

KEYWORDS: Cervids, wildlife, interviews, Sierra Norte, Sierra Negra.



Recibido: 06 de diciembre, 2013
Aceptado: 07 de julio, 2014
doi: 10.5154/r.rchscfa.2013.12.046
<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCIÓN

Puebla es una entidad federativa ubicada en el centro oriente de México. El estado tiene una superficie de 33,319 km² y representa 1.7 % del territorio nacional (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2000). La entidad posee una gran variedad de tipos climáticos y de especies de flora y fauna porque confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (Tamayo, 1990), y por la topografía accidentada como valles, depresiones, sierras y volcanes (Villarreal, 2001). En el estado existen 16 tipos de vegetación natural, cuatro tipos de humedales e incluso glaciares (Flores & Gerez, 1994). En cuanto al número de vertebrados, Puebla ocupa el séptimo lugar en el país con 296 especies, las cuales incluyen 111 aves y 50 mamíferos (Flores & Gerez, 1994; Villarreal, 2001).

252

Uno de los mamíferos más importantes es el venado temazate rojo (*Mazama temama* Kerr) (Geist, 1998; Hall, 1981; Villarreal et al., 2008a), el cual es considerado como trofeo de caza por el Safari Club Internacional (SCI) (Villarreal et al., 2008a). El temazate es un pequeño cérvido que se distribuye en México desde el sur de Tamaulipas hasta la península de Yucatán, a través de la vertiente del golfo de México (Gallina, 2005). Sin embargo, la distribución amplia del cérvido en realidad se encuentra restringida a una superficie limitada en la zona del golfo de México debido al avance de la frontera agropecuaria (Villarreal et al., 2008a). En la Sierra Madre Oriental se estima una superficie de distribución de 91,818 km², que corresponde a 49.7 % del área de distribución original, donde solamente 7.9 % pertenece a áreas naturales protegidas (Pérez-Solano & Mandujano, 2013). En tal contexto, conocer la distribución de esta especie es un trabajo necesario para su conservación, manejo y aprovechamiento (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAP], 1997). Por tal motivo, el objetivo fundamental de este trabajo fue conocer la distribución del venado temazate rojo en las regiones montañosas de Puebla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer la distribución natural regional del venado temazate rojo en el estado de Puebla, se establecieron tres etapas. En la primera se utilizaron datos bibliográficos regionales donde se sugiere la presencia y distribución de venados (Ramírez-Bravo & Hernández-Santín, 2012; Villarreal et al., 2008a). Durante la segunda etapa se aplicaron entrevistas en las posibles regiones de distribución, detectadas en la primera etapa. Las entrevistas se aplicaron a personas relacionadas con la especie, tales como cazadores de subsistencia, ganaderos, representantes ejidales o comunales y autoridades municipales (Filion, 1980; Villarreal & Guevara, 2002). La tercera etapa consistió en la realización de muestreos de campo representativos de las Sierras Norte, Oriental y Negra del estado de Puebla, donde existía la posibilidad de localizar a los temazates. Esta representatividad se basó en que las regiones montañosas propuestas tienen características

INTRODUCTION

Puebla is a federal entity located in the east central Mexico. The state has an area of 33,319 km² and represents 1.7 % of the country (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2000). The entity has a variety of climatic types and species of flora and fauna because converge the Nearctic and Neotropical biogeographical regions (Tamayo, 1990), and due to the rugged topography like valleys, depressions, hills and volcanoes (Villarreal, 2001). In the state, there are 16 natural vegetation types, four wetlands types and even glaciers (Flores & Gerez, 1994). As for the number of vertebrates, Puebla ranks seventh in the country with 296 species, which include 111 birds and 50 mammals (Flores & Gerez, 1994; Villarreal, 2001).

One of the most important mammals is red brocket deer (*Mazama temama* Kerr) (Geist, 1998; Hall, 1981; Villarreal et al., 2008a), which is considered trophy hunting by the Safari Club International (SCI) (Villarreal et al., 2008a). The brocket deer is a small cervid distributed in Mexico from southern Tamaulipas to the Yucatan Peninsula, through the slope of the Gulf of Mexico (Gallina, 2005). However, the distribution of cervid is actually restricted to a limited area in the Gulf of Mexico due to the advance of the agricultural frontier (Villarreal et al., 2008a). The Sierra Madre Oriental has a distribution area of 91,818 km², which corresponds to 49.7 % of the original distribution area, where only 7.9 % belongs to protected natural areas (Pérez-Solano & Mandujano, 2013). In this context, information on the distribution of this species is a necessary for their conservation, management and use (Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAP], 1997). Therefore, the main objective of this study was to determine the distribution of the red brocket deer in the mountainous regions of Puebla.

MATERIALS AND METHODS

Three steps were established in order to learn about regional natural distribution of red brocket deer in Puebla. In the first step, bibliographic data were used about suggested regional presence and distribution of deer (Ramírez-Bravo & Hernández-Santín, 2012; Villarreal et al., 2008a). During the second stage, interviews were conducted in the possible regions of distribution, detected in the first step. The interviews were applied to persons related to the species, such as subsistence hunters, farmers, ejido or community representatives and municipal authorities (Filion, 1980; Villarreal & Guevara, 2002). The third step involved conducting field samples representative of the Sierra Norte, Oriental and Negra of Puebla, where there was the possibility of locating the brocket deer. This was considering that the proposed mountainous regions have eco-geographical characteristics where Nearctic and Neotropical biogeographical regions converge. In these sierras the following municipalities were chosen: Ahuacatlán, Zongozotla, Hueyapan, Eloxochitlán and San Sebastián Tlacotepec, because according to the

ecogeográficas donde confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical. En dichas sierras se eligieron los municipios de Ahuacatlán, Zongozotla, Hueyapan, Eloxochitlán y San Sebastián Tlacotepec, ya que de acuerdo con las referencias bibliográficas y las encuestas realizadas hay presencia de venados en estos lugares. En los municipios mencionados se muestrearon las siguientes localidades: Higuierilla (4.23 km), Zongozotla (12.04 km), Tetelilla (9.69 km), Tepeyac (2.11 km) y La Guacamaya (1.34 km); las tres primeras corresponden a la Sierra Norte y las dos últimas a la Sierra Negra. El muestreo se hizo en cuadrantes lineales de diferente longitud (debido a la topografía abrupta de los sitios) y 4 m de anchura; tres en cada sierra con una longitud total de 29.5 km. Los cuadrantes fueron elegidos de manera completamente aleatoria con la ayuda de mapas de distribución del estado de Puebla. La existencia de venados se comprobó de forma directa (animales observados) e indirecta (huellas, excretas, talladeros o animales cautivos) en todas las localidades muestreadas (Aranda, 2000). Al inicio y final de cada cuadrante se registraron las coordenadas geográficas y la ubicación de cada una de las observaciones directas o indirectas. Asimismo se identificó el tipo de vegetación del sitio y se registró su altitud.

Análisis de datos

Los análisis regionales se hicieron con los datos de presencia, vegetación y altitud obtenidos en campo, mediante mapas temáticos (Aronoff, 1989) con el empleo del programa Arc View 3.2 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 1999). La longitud de cuadrante se utilizó como covariable, para conocer su influencia sobre las variables de los grupos de rastros. Se llevó a cabo un análisis de varianza de la evidencia del venado entre las Sierras Norte y Negra (Statistical Analysis System [SAS], 2010). La información recabada y el mapa temático forestal (base de referencia), empleado por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2008) del gobierno de Puebla, se utilizaron para obtener la distribución regional del venado en la entidad, con ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG) (ESRI, 1999). La presencia de temazate entre la Sierra Norte y la Sierra Negra se analizó mediante el índice de similitud de Sørensen (1948).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la revisión bibliográfica y las entrevistas realizadas, se considera que el venado temazate rojo se distribuye en forma natural en las siguientes regiones del estado de Puebla: Sierra Norte, Sierra Oriental y Sierra Negra (punta sureste de la entidad), donde confluyen 17 comunidades de 15 municipios (Cuadro 1).

Las entrevistas se realizaron en las 17 comunidades de confluencia del venado, donde se confirmó que todos los entrevistados conocen a los temazates en campo; sin embargo, en la Sierra Oriental se considera que el temazate rojo (*M. te-*

references and surveys, deer are present in these places. In these municipalities the following localities were sampled: Higuierilla (4.23 km), Zongozotla (12.04 km), Tetelilla (9.69 km), Tepeyac (2.11 km) and La Guacamaya (1.34 km); the first three correspond to the Sierra Norte and the last two to the Sierra Negra. Sampling was done in linear quadrants with different length (due to the rugged topography of the sites) and 4 m wide; three in each sierra with a total length of 29.5 km. The quadrants were chosen completely at random with the help of distribution maps of Puebla. The existence of deer was confirmed directly (seeing animals) and indirect (footprint, feces, bark rubbing or captive animals) in all sampled localities (Aranda, 2000). At the beginning and end of each quadrant, the geographic coordinates and the location of each of the direct or indirect observations were recorded. Also the vegetation of the site was identified and its height was recorded.

Data analysis

Regional analyzes were performed using presence, vegetation and altitude data obtained in the field, using thematic maps (Aronoff, 1989) and the Arc View 3.2 software (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 1999). Quadrant length was used as a covariate to know the influence on the variables of the groups of traces. An analysis of variance was conducted using the evidence of deer between Sierra Norte and Sierra Negra (Statistical Analysis System [SAS], 2010). The information collected and the forestry thematic map (reference base), used by the Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2008) of the government of Puebla, were used to obtain the regional distribution of deer in the state, with the help of geographic information systems (GIS) (ESRI, 1999). The presence of the brocket deer in both Sierra Norte and Sierra Negra was analyzed by the Sørensen similarity index (1948).

RESULTS AND DISCUSSION

According to the literature and interviews, it is considered that the red brocket deer is distributed naturally in the following regions of the state of Puebla: Sierra Norte, Sierra Oriental and Sierra Negra (southeast tip of the entity), where 17 communities of 15 municipalities converge (Table 1).

The interviews were conducted in 17 communities' of deer confluence, confirming that all respondents know the brocket deer in field; however, in the Sierra Oriental it is considered that the red brocket (*M. temama*) and the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimmermann) are extinct, because there is no direct or indirect evidence of the cervid presence. Records of the presence of deer (Villarreal et al., 2008a) are different in relation to the responses from the interviews and field sampling, perhaps due to the small size distribution (99,410.96 ha), destruction and fragmentation of habitat by agricultural activities, road infrastructure, impact of subsistence hunting, sport hunters

mama) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann) están extintos, ya que no existe evidencia directa o indirecta de la presencia de cérvidos. Los registros existentes de la presencia de venados (Villarreal et al., 2008a) son diferentes en relación con las respuestas obtenidas en las entrevistas y con los muestreos de campo, posiblemente debido a la superficie reducida de distribución (99,410.96 ha), la destrucción y fragmentación del hábitat por las actividades agropecuarias, la infraestructura vial, el impacto de la cacería de subsistencia, los cazadores y los recolectores ilegales. Villarreal, Castillo, Campos, y Hernández (2008) concluyeron que el venado se encuentra en peligro de extinción en la zona oeste de la Sierra Norte; mientras que en la zona oriente o área étnica conocida como el Totonacapan, y la Sierra Negra, la combinación de la topografía accidentada con la densa vegetación y las numerosas fuentes de agua son componentes adecuados para el hábitat de los venados.

and poachers. Villarreal, Castillo, Campos, and Hernández (2008) concluded that the deer is endangered in the western part of the Sierra Norte; while in the Eastern or ethnic area known as the Totonacapan, and the Sierra Negra, combining the rugged terrain with dense vegetation and many sources of water are components suitable for deer habitat.

Table 2 reports the evidences of red brocket deer found by indirect observation. There is a high degree of similarity (95.2) in the presence of deer between the Sierra Norte and the Sierra Negra; the evidence in the Sierra Norte was formed of 56.5 % of footprints, 42.8 % of feces, 75 % of bark rubbing and 28.6 % of captive deer. The analysis of variance confirmed this similarity as there was no statistically significant difference ($P > 0.05$) on the trails of footprints, feces, bark rubbing and captive deer in both sierras (Table 3). This suggests that in both sierras, the conservation status

CUADRO 1. Distribución natural del venado temazate rojo. Información obtenida de entrevistas realizadas en las comunidades de las Sierras Norte, Oriental y Negra del estado de Puebla.

TABLE 1. Natural distribution of red brocket deer. Information obtained from interviews in the communities of Sierra Norte, Sierra Oriental and Sierra Negra of Puebla.

Comunidad / Community	Municipio / Municipality	Ocupación del entrevistado / Activity of the respondent	Región / Region
Pahuatán de Valle	Pahuatlán	Campesino / Farmer	Sierra Norte
Huachinango	Huachinango	Comerciante / Merchant	Sierra Norte
Higuerilla	Ahuacatlán	Campesino / Farmer	Sierra Norte
Chalahuico	Tetela de Ocampo	Ganadero / Breeder	Sierra Norte
Tecuilco	Tetela de Ocampo	Ganadero / Breeder	Sierra Norte
Totutla	Huitzilán de Serdán	Campesino / Farmer	Sierra Norte
Huahuaxtla	Xochitlán de Vicente Suárez	Campesino / Farmer	Sierra Norte
Zongozotla	Zongozotla	Regidor ecología / Ecology councilman	Sierra Norte
Cuaximaloya	Xochiapulco	Campesino / Farmer	Sierra Norte
Tetelilla	Hueyapán	Campesino / Farmer	Sierra Norte
El Colihui	Teziutlán	Ganadero / Breeder	Sierra Norte
Chichiquila	Chichiquila	Regidor ecología / Ecology councilman	Sierra Oriente
Tozihuic	Quimixtlán	Campesino / Farmer	Sierra Oriente
Tepeyac	Eloxochitlán	Ganadero / Breeder	Sierra Negra
Santa María Coyomepan	Coyomepan	Campesino / Farmer	Sierra Negra
La Guacamaya	San Sebastián Tlacotepec	Ganadero / Breeder	Sierra Negra
Buena Vista de Cuauhtémoc	San Sebastián Tlacotepec	Ganadero / Breeder	Sierra Negra

El Cuadro 2 reporta las evidencias halladas de temazate rojo mediante la observación indirecta. Existe alto grado de similitud (95.2) en la presencia de venados entre la Sierra Norte y Sierra Negra; la evidencia en la Sierra Norte se conformó de 56.5 % de huellas, 42.8 % de heces, 75 % de talladeros y 28.6 % de venados cautivos. El análisis de varianza corroboró dicha similitud pues no hubo diferencia estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en los rastros de huellas, heces, talladeros y venados cautivos entre las dos sierras (Cuadro 3). Lo anterior sugiere que en ambas sierras, el estado de conservación de la especie ha sido alterado en la misma proporción, a pesar de que los cuadrantes fueron más largos en el caso de la Sierra Norte. Cabe aclarar que no hubo efecto ($P > 0.05$) de la covariable longitud de cuadrante sobre las variables de grupo de rastros.

El venado temazate rojo se distribuye de forma natural en la Sierra Norte y la Sierra Negra del estado de Puebla. En este trabajo se reporta la distribución específica del temazate rojo en la entidad. La distribución puede deberse a que en estas sierras confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical (INEGI, 2000; Tamayo, 1990). La topografía presenta grandes diferencias de altitud, con declive que se dirige de forma abrupta desde el Sur hacia el norte y este, hasta la planicie del golfo de México, entre los 150 m en la comunidad de La Guacamaya en la Sierra Negra hasta los 1,700 m en las laderas del cerro Cozoltotec en el Totonacapan montañoso de la Sierra Norte.

of the species has been altered in the same proportion, although the quadrants were longer in the case of the Sierra Norte. It is clear that there was no effect ($P > 0.05$) of the covariate quadrant length on the variables of group of traces.

The red brocket deer is distributed naturally in the Sierra Norte and Sierra Negra in Puebla. This works shows the specific distribution of the red brocket deer in the state. The distribution may be because in these mountains the Nearctic and Neotropical biogeographical regions converge (INEGI, 2000; Tamayo, 1990). The topography presents great differences in altitude, sloping from the south to the north and east to the plain of the Gulf of Mexico, between 150 m in the community of La Guacamaya in the Sierra Negra up to 1,700 m on the slopes of the mountain of Cozoltotec in the mountainous Totonacapan of the Sierra Norte.

From the type of climates of the communities where direct or indirect deer evidence was found, we obtained the distribution the red brocket deer using GIS (Figure 1). The above information originated the information shown in Table 4 we can see the state distribution of the brocket deer. This distribution covers 42 municipalities with a total area of 99,410.96 ha, which is higher than that reported by Villarreal et al. (2008). In the Sierra Norte, the distribution covers 38 municipalities with a total of 72,107.94 ha. The area of habitat

CUADRO 2. Comunidades, longitud de transecto (LT) y evidencia “*in situ*” de la distribución de venado temazate rojo (*Mazama temama*) en el estado de Puebla, México, por medio de observación indirecta.

TABLE 2. Communities, transect length (TL) and evidence “*in situ*” of the distribution of red brocket deer (*Mazama temama*) in Puebla, Mexico, through indirect observation.

Localidad, municipio / Town, municipality	Inicio y final de cuadrante / Start and end of quadrant	OD / DO	Grupos de rastros / Traces groups			Venados cautivos / Captive deer	LT / TL (km)
			Huella / Footprint	Heces / Feces	Talladero / Bark rubbing		
Higuerilla, Ahuacatlán (SNo)	19° 57' 49" N / 97° 52' 32" W 19° 57' 58" N / 97° 50' 07" W	-	2	1	-	-	4.23
Cozoltetel, Zongozotla (SNo)	19° 57' 31" N / 97° 43' 45" W 19° 55' 25" N / 97° 43' 56" W	-	5	1	3	2	12.04
Tetelilla, Hueyapan (SNo)	19° 55' 46" N / 97° 23' 32" W 19° 56' 13" N / 97° 29' 04" W	1	6	1	-	-	9.69
Tepeyac, Eloxochitlán (SNe)	18° 28' 47" N / 96° 51' 28" W 18° 28' 10" N / 96° 50' 29" W	-	5	1	-	3	2.11
La Guacamaya, San Sebastian Tlacotepec (SNe)	18° 20' 33" N / 96° 49' 32" W 18° 21' 16" N / 96° 49' 24" W	-	5	1	1	2	1.34

SNo = Sierra Norte, SNe = Sierra Negra.

Índice de similitud entre las Sierras Norte y Negra = 95.2

OD: Observación directa

SNo = Sierra Norte, SNe = Sierra Negra.

Index of similarity between the Sierra Norte and the Sierra Negra = 95.2

DO: Direct observation

CUADRO 3. Análisis de varianza de la evidencia del venado temazate rojo (*Mazama temama*) en el estado de Puebla, México. La presencia del venado es similar ($P > 0.05$) en la Sierra Norte y en la Sierra Negra.

TABLE 3. Analysis of variance of the evidence of the red brocket deer (*Mazama temama*) in Puebla, Mexico. The presence of deer is similar ($P > 0.05$) in the Sierra Norte and Sierra Negra.

Sierra	Grupos de rastros / Traces groups			Venados cautivos / Captive deer
	Huellas / Footprint	Heces / Feces	Talladeros / Bark rubbing	
Sierra Norte	5.0	3.0	1.0	2
Sierra Negra	4.3	2.0	0.5	3
Promedio / Average	4.6	1.4	0.8	1.4
Error estándar de la media / Mean Standard Error	0.68	0.4	0.58	0.6

A partir de los tipos de climas de las comunidades donde se encontró evidencia directa o indirecta del venado, se obtuvo la distribución del temazate rojo por medio del SIG (Figura 1). Lo anterior, originó la información del Cuadro 4 donde se presenta la distribución estatal del venado temazate. Esta distribución abarca 42 municipios con una superficie total de 99,410.96 ha, la cual es mayor que la reportada por Villarreal et al. (2008). En la Sierra Norte, la distribución abarca 38 municipios con un total de 72,107.94 ha. La superficie del hábitat presenta discontinuidad en el área poniente con áreas dispersas a partir del municipio de Ahuacatlán, y a partir del municipio de Tlaola se presenta una disociación de la continuidad del hábitat. En la Sierra Negra, la distribución del cérvido incluye cuatro municipios con una superficie total de 27,303.02 ha. En esta región se verificó que el temazate rojo es simpátrico con el venado cola blanca de la subespecie *toltecus*, pudiendo diferenciar los rastros entre especies con el auxilio de la guía de Aranda (2000). En general, las huellas del temazate son más pequeñas y delgadas, además la distancia entre unas y otras es menor, entre 25 y 35 cm.

El conocimiento de la distribución regional del venado en Puebla proporciona las bases para conservar y manejar la población de venados y su hábitat (Mandujano, 2005). La especie podría aprovecharse en forma sostenida como alternativa para diversificar la producción mediante unidades de manejo (UMA), en actividades ecoturísticas a corto y mediano plazo, y posiblemente mediante el aprovechamiento cinegético a largo plazo, si la densidad poblacional lo permite. Lo anterior se basa en lo mencionado por Villarreal (2006), quien indica que dichas estrategias han proporcionado beneficios ambientales y socioeconómicos en otras regiones del estado como la Mixteca.

El análisis regional del mapa digitalizado (Figura 1, Cuadro 4) indica que en la Sierra Norte, el venado temazate rojo se distribuye en una franja estrecha con bosque mesófilo de montaña (BMM) en el declive hacia el golfo de México, a una altitud que va de 680 a 1,700 m y una inclinación de 25 a 70°, justo en la zona de transición entre las regiones

has discontinuity in the west area with dispersed areas from the municipality of Ahuacatlán, and from the municipality of Tlaola we see a dissociation of habitat continuity. In the Sierra Negra, the distribution of the cervid includes four municipalities with a total area of 27,303.02 ha. In this region it was found that the red brocket deer is sympatric with the white-tailed deer of the subspecies of *toltecus*, being able to distinguish traces between species with the help of the guide Aranda (2000). In general, footprints of the brocket deer are smaller and thinner, and the distance between footprints is lower, between 25 and 35 cm.

Knowledge of the regional distribution of deer in Puebla provides the basis to conserve and manage the deer population and its habitat (Mandujano, 2005). The species could be used as an alternative diversifying production through management units, in ecotourism activities in the short and medium term, and possibly by hunting use in the long term, if the population density allows that. This is based on the above by Villarreal (2006), who pointed out that these strategies have provided environmental and socioeconomic benefits in other regions of the state such as the Mixteca region.

The regional analysis of the digitized map (Figure 1, Table 4) indicates that in the Sierra Norte, the red brocket deer is distributed in a narrow band with cloud forest in the slope toward the Gulf of Mexico, at an altitude that goes from 680 to 1,700 m and a slope of 25 to 70°, right in the transition zone between the Nearctic and Neotropical biogeographical regions. The core area is east, in the mountainous area surrounding the mountain of Cozoltépec (2,300 m), located between the towns of Zongozotla, Huitzilán de Serdán and Cuautempan, in the ethnic region of the mountainous Totonacapan. In the Sierra Negra, the deer is distributed in a more compact habitat area comprising two vegetative types: cloud forest and evergreen tropical forest, at an altitude between 150 and 1,650 m, with a slope of 20-70°. The core area is the eastern mountainside of the Tzintzintépetl volcano (3,250 m). The climatic types range from warm and semi-warm, humid and subhumid to humid temperate in the two sierras (INEGI, 2000). These differences imply a diversity of

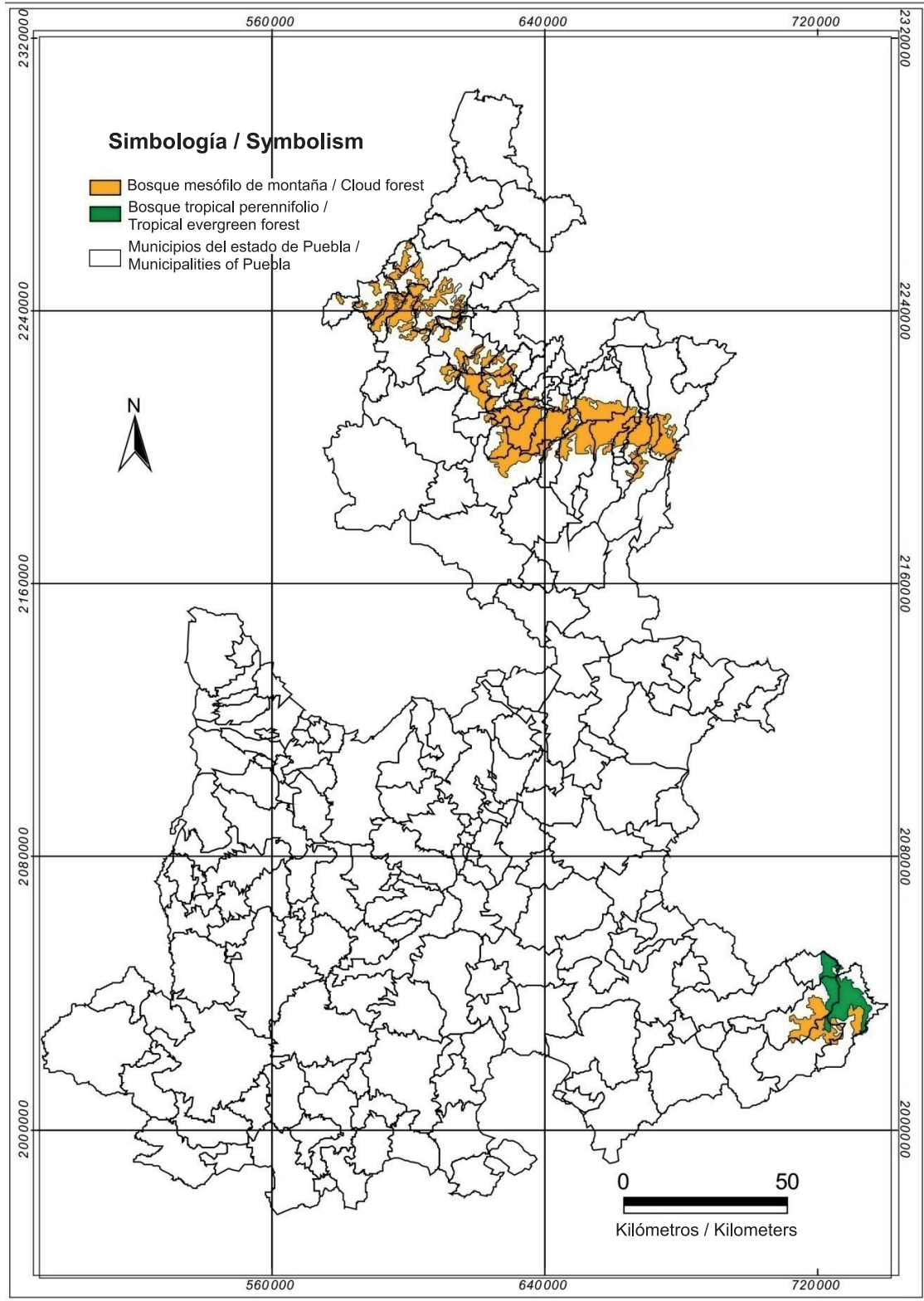


FIGURA 1. Distribución regional del venado temazate rojo (*Mazama temama*) por tipo vegetativo en el estado de Puebla, México. Elaboración: Oscar A. Villarreal Espino Barros y Vicente Nolasco Valencia.

FIGURE 1. Regional distribution of the red brocket deer (*Mazama temama*) by vegetative type in Puebla, Mexico. Done by: Oscar A. Villarreal Espino Barros y Vicente Nolasco Valencia.

CUADRO 4. Características regionales de la distribución del venado temazate rojo (*Mazama temama*) en el estado de Puebla, México.
TABLE 4. Regional characteristics of the distribution of the red brocket deer (*Mazama temama*) in Puebla, Mexico.

Región y tipos vegetativos / Region and vegetative types	Tipos climáticos / Climatic types	Superficie (ha) / Area (ha)	Municipios / Municipality
Sierra Norte			
BMM / CF	C(fm); C(m)	14,892.2	Amixtlán, Ahuacatlán, Camocuautla,
BMM / CF	C(fm); C(m)	90.2	Chiconcuautla, Chila Honey, Coatepec,
BMM / CF	C(m); C(fm)	46,421.5	Huachinango, Juan Galindo, Naupan,
BMMF / FCF	C(m); C(fm)	10,703.9	Pahuatlán, San Felipe Tepatlán, Tepango de Rodríguez, Tepetzintla, Tlacuilotepec, Tlaola, Tlapacoya, Tlaxco, Xicotepec, Atempan, Cuautempan, Cuetzalan, Hueyapan, Hueytamalco, Hueytlalpan; Huitzilán de Serdán, Nauzontla, Tetela de Ocampo, Teteles, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zapotitlán de Méndez, Zongozotla, Zoquiapan
Subtotal		72,107.8	38
Sierra Negra			
BMM / CF	C(m); C(m)(w)	10,589.4	Coyomeapan, Eloxochitlán, San Sebastián Tlacotepec, Zoquitlán
BMMF / FCF	C(m); C(m)(w)	1,397.9	
SAMP / HF	(A)C(fm); Af(m)	15,315.8	
Subtotal		27,303.1	4
TOTAL		99,410.9	42

BMM: Bosque mesófilo de montaña, BMMF: Bosque mesófilo de montaña fragmentado, SAMP: Selvas altas y medianas perennifolias o bosque tropical perennifolio.

Tipos climáticos, según Köppen modificado por García (INEGI, 2000): C(fm): Templado húmedo con lluvias todo el año, lluvia invernal menor de 18 %; C(m): Templado húmedo con lluvias en verano, precipitación invernal mayor de 5 %; C(m)(w): Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, lluvia invernal menor de 5 %; (A)C(fm): Semicálido con lluvias todo el año, lluvia invernal menor de 18 %; Af(m): Cálido húmedo con lluvias todo el año, lluvia invernal menor de 18 %.

CF: Cloud Forest, FCF: Fragmented cloud forest HF: High forests and evergreen forests or tropical evergreen forest.

Climatic types, according to Köppen modified by García (INEGI, 2000): C(fm): wet with rain all year, winter rain under 18 %; C(m): Temperate humid with summer rains, winter rainfall over 5 %; C(m)(w): Temperate humid with abundant rainfall in summer, winter rain under 5 %; (A)C(fm): Semi-warm with rain all year, winter rain under 18 %; Af(m): Warm humid with rain all year, winter rain under 18 %.

biogeográficas Neártica y Neotropical. La zona núcleo se encuentra al oriente, en el área montañosa adedada al cerro Cozoltotec (2,300 m), situada entre los municipios de Zongotla, Huitzilán de Serdán y Cuautempan, en la región étnica del Totonacapan montañoso. En la Sierra Negra, el venado se distribuye en un área de hábitat más compacta que comprende dos tipos vegetativos: el BMM y bosque tropical perennifolio (BTP), a una altitud entre 150 y 1,650 m, con inclinación de 20 a 70°. El área núcleo es la ladera montañosa oriental del volcán Tzintzintépetl (3,250 m). Los tipos climáticos van desde los cálidos y semicálidos, húmedos y subhúmedos, hasta los templados húmedos en las dos sierras (INEGI, 2000). Estas diferencias implican una gran diversidad de tipos vegetativos que van sucesivamente desde el BTP (tipo vegetativo con mayor diversidad), principalmente en la Sierra Negra, hasta el BMM (tipo vegetativo con más endemismos) en las dos regiones (Rzedowski, 1994). Por lo tanto, la fauna silvestre también es muy diversa, ya que la hay tanto de origen Neártico como Neotropical (Villarreal, 2001). Ejemplo de ello es la familia Cervidae: el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Hall, 1981) es de filiación neártica; mientras que el temazate rojo es neotropical (Geist, 1998 ;Villarreal, 2001).

CONCLUSIONES

Los resultados del SIG sugieren que el venado se distribuye en Totonacapan y el área poniente de la Sierra Norte y en la zona oriental de la Sierra Negra, en una superficie total de 99,410.96 ha. La distribución regional del venado temazate rojo en el estado de Puebla es mayor que la reportada en los registros de investigaciones anteriores al presente estudio, encontrándose en 42 municipios dentro de los bosques tropicales perennifolios y mesófilo de montaña, de acuerdo con los SIG.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de Mazamiztli, A. C. por su participación en el desarrollo logístico del trabajo; al Centro Universitario para la Prevención de Desastres (CUPREDER), y a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por la elaboración del mapa de distribución.

REFERENCIAS

- Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología.
- Aronoff, S. (1989). Geographic Information System: A management perspective. *Geocarto International*, 4(4), 58–58. doi: 10.1080/10106048909354237
- Filion, F. (1980). *Encuestas humanas en la gestión de la vida silvestre. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre* (4ª ed). EEUU: The Wildlife Society.
- Flores, V., & Gerez P. (1994). *Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo* (2a ed.). México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y
- vegetation types ranging successively from the tropical evergreen forest (most diverse vegetative type), mostly in the Sierra Negra until cloud forest (more endemic vegetation type) in the two regions (Rzedowski, 1994). Therefore, wildlife is also very diverse, since there are both Nearctic and Neotropical origins (Villarreal, 2001). One example is the Cervidae family: the white-tailed (*O. virginianus*) deer (Hall, 1981) has Nearctic affiliation; while the red brocket deer is neotropical (Geist, 1998 ;Villarreal, 2001).
- ## CONCLUSIONS
- The GIS results suggest that the deer is distributed in Totonacapan and the western area of the Sierra Norte and the east of the Sierra Negra, in a total area of 99,410.96 ha. The regional distribution of red brocket deer in Puebla is higher than that reported in the records of previous research, found in 42 municipalities within the evergreen rainforest and cloud forest.
- ## ACKNOWLEDGEMENTS
- The author thanks the support of Mazamiztli, A. C. for their participation in the development of logistics work; the author also thanks the University Center for Regional Disaster Prevention (CUPREDER) and Benemérita Universidad Autónoma de Puebla for preparing the distribution map.
- ### End of English Version
- Uso de la Biodiversidad.
- Gallina, S. (2005). *Temazate. Los mamíferos silvestres de México*. México, D. F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Fondo de Cultura Económica.
- García E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. México, D. F.: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Geist, V. (1998). *Deer of the world, their evolution, behavior and ecology*. USA: Stackpole Books.
- Hall, E. (1981). *The mammals of North America*. New York: Wiley-Interscience.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). *Síntesis geográfica del estado de Puebla*. México, D. F.: Autor.
- Mandujano, S. (2005). Tracks count calibration o estimate density of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a Mexican tropical forest. *The Southwestern Naturalist*, 50(2), 223–229. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3672861>
- Pérez-Solano, L. A., & Mandujano, S. (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, News*, 25, 11–17.
- Ramírez-Bravo, O. E., & Hernández-Santín, L. (2012). Nuevos registros del temazate rojo (Mammalia: Artiodactyla: Cervidae: *Mazama temama*) en el estado de Puebla, México.

- Acta Zoológica Mexicana*, 28(2), 487–490. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57523587022>
- Rzedowski, J. (1994). *Vegetación de México. Distribución geográfica de climas en México de acuerdo con la clasificación climática de Köppen*. México, D. F.: Limusa, Noriega.
- Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). (1997). *Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2000*. México: Autor.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2008). *Mapa de tipos vegetativos del estado de Puebla*. México: SEMARNAT-Gobierno del estado de Puebla.
- Sørensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, 5, 1–34.
- Statistical Analysis System (SAS). (2010). SAS Education analytical suite for windows. Release 9.2. USA: SAS Institute Inc.
- Tamayo, L. (1990). *Geografía moderna de México* (10a ed.). México: Trillas.
- Villarreal, O. (2001). *Potencial cinegético de la región central de México*. Puebla, Pue. México: COLPOS, US Fish and Wildlife Service, BUAP, FUPPUE, Mazamiztli, A. C., SDR, SEMARNAT, CEFFASIP, SEDURBECOP.
- Villarreal, O. (2006). *El venado cola blanca en la Mixteca poblana; conceptos y métodos para su conservación y manejo*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Villarreal, O. A., Campos, L. E., Castillo, T. A., Cortes, I., Plata, F. X., & Mendoza G. D. (2008). Composición botánica de la dieta del venado temazate rojo (*Mazama temama*) en la Sierra Nororiental del estado de Puebla. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*, 24(3), 183–188. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v24n3/v24n3a2.pdf>
- Villarreal, O., Castillo, T. A., Campos, L. E., & Hernández, J. E. (2008). El venado Temazate Rojo (*Mazama temama*) una alternativa sostenible. En O. Villarreal, F. J. Franco, J. Hernández, & S. Romero (Eds.), *Conservación y manejo de fauna cinegética de México* (pp. 105–114). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Fundación PRODUCE Puebla, A. C.- Mazamiztli, A. C.
- Villarreal, I. O., & Guevara, R. (2002). Distribución regional del venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus mexicanus*); en la Mixteca poblana, México. *Revista de Producción Animal*, 14(2), 35–40. Obtenido de <http://www.reduc.edu.cu/147/02/2/14702208.pdf>
- Villarreal, O., Thummler, H., Hernández, J., Franco, F. J., Campos, L. R., & Reséndiz, R. (2008a). Premio Thummler: El Súper Slam de los Venados de México. En O. Villarreal, F. J. Franco, J. Hernández, & S. Romero (Eds.), *Conservación y manejo de fauna cinegética de México* (pp. 31–48). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Fundación PRODUCE Puebla, A. C.- Mazamiztli, A. C.