

# Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México

Nalleli E. Lara-Díaz<sup>1</sup>, Helí Coronel-Arellano<sup>2</sup>, Alejandro González-Bernal<sup>2</sup>,  
Carmina Gutiérrez-González<sup>2</sup> y Carlos Alberto López-González<sup>1</sup>

## Abstract

White-tailed deer are an ecologically and economically important species in Mexico, with limited information on population status throughout the country. The aim of this study was to estimate the abundance and density of white-tailed deer using an alternative method with camera traps in northeastern Sonora, Mexico. We placed 31 camera traps with attractants along trails and major wildlife crossings. The photographic records obtained were identified at the individual level through a comparative analysis of opinions. We built a capture-recapture history for each individual, thus creating a database of presence - absence. The abundance was estimated using the program MARK. We calculated an effective sampling area based on the average home range of the species of 55.10 km<sup>2</sup>. The abundance was divided by the effective sampling area to estimate density. Abundance for white-tailed deer was  $130 \pm 26.51$  individuals for a density of  $2.36 \pm 0.48$  ind/km<sup>2</sup>.

These results are comparable to previous studies using fecal group surveys and aerial count surveys. Thus indicating a healthy local white-tailed deer population; however it is necessary to extend the camera trap monitoring to additional areas with different types of management. Finally, we consider the use of camera traps and the method developed for this study, to be valid and valuable alternatives to estimate white-tailed deer population fast and efficiently, particularly in such locations where information is lacking, additionally this methodology could be applied to the other mammalian species that potentially could be photographed in a given session.

**Key word:** *camera traps, capture-recapture, home range, models, population estimates, White-tailed deer.*

## Resumen

El venado cola blanca es una especie ecológica y económicamente importante en México, sin embargo la información sobre sus poblaciones a lo largo del país es limitada. El objetivo de este trabajo fue proponer una alternativa a través del monitoreo con trampas cámara para calcular la abundancia y densidad de venado cola blanca en el Noreste de Sonora, México. Colocamos 31 trampas cámara en veredas identificadas como paso de fauna utilizando una mezcla de atrayentes

<sup>1</sup> Laboratorio de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Av. De las Ciencias S/N, Col. Juriquilla, Santiago de Querétaro, Querétaro. C.P. 76230.

<sup>2</sup> Naturalia Comité para la Conservación de Especies Silvestres A. C. Av. 32 entre Calle 3 y 4 Villa Satélite 3250 C.P. 84200 Agua Prieta, Sonora, México. E-mail: nalleli.lara@yahoo.com.mx

frente a cada una de ellas; su periodo de actividad fue de 31 días. Los venados obtenidos en los registros fotográficos se identificaron a nivel de individuo por medio de un análisis cruzado de opiniones. Se construyó una historia de captura y recaptura para cada individuo, generando así una base de presencia (1) - ausencia (0). La abundancia se estimó mediante el programa MARK usando la herramienta CAPTURE. Se calculó el área efectiva de muestreo con base en el ámbito hogareño promedio de la especie. La abundancia se dividió entre el área efectiva de muestreo para obtener la densidad. La abundancia para el venado cola blanca fue de  $130 \pm 26.51$  individuos, el área efectiva de muestreo de  $55.10 \text{ km}^2$  y la densidad de  $2.36 \pm 0.48$  individuos/ $\text{km}^2$ . Nuestros resultados indican que la población de venado cola blanca en el sitio se encuentra en buen estado, sin embargo es necesario ampliar los sitios de monitoreo. Los resultados obtenidos son comparables con estudios previos realizados a través del conteo de grupos fecales y conteos aéreos. Finalmente, consideramos que el uso de trampas cámara y el método utilizado en el presente estudio son alternativas válidas para hacer estimaciones poblacionales de venado cola blanca de manera rápida y eficiente, particularmente en sitios donde no existe información, adicionalmente de aplicarlo para estimar abundancias y densidades del resto de mamíferos capturados durante una sesión de muestreo.

**Palabras clave:** *ámbito hogareño, estimaciones poblacionales, modelos de captura y recaptura, trampas cámara, Venado cola blanca.*

## Introducción

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es el ungulado con mayor distribución en México (Hall 1981), encontrándose en múltiples ecosistemas (e. g. bosques tropicales, bosques de coníferas, desiertos; Halls 1984), con una tendencia a estar en sitios con alta riqueza y biomasa de especies vegetales (Mandujano *et al.* 2004; Coronel-Arellano *et al.* 2009).

Esta especie es considerada un importante recurso tanto natural como económico en el país (Mandujano y Rico-Gray 1991; Naranjo *et al.* 2004). En los ecosistemas, los venados influyen sobre el establecimiento, crecimiento, reproducción, composición y estructura de las comunidades vegetales y tienen incidencia sobre el flujo de nutrientes (Agustine y Frelich 1998; Galindo-Leal y Weber 1998; Mandujano *et al.* 2004). Así mismo, son la principal presa para carnívoros de talla grande (e. g. jaguar; Núñez *et al.* 2002), influyendo a la vez en las densidades poblacionales de estos (Heffelfinger 2006).

Adicionalmente, el venado cola blanca es utilizado tanto para consumo humano como aprovechamiento cinegético (López-Téllez *et al.* 2007) por parte de comunidades rurales o Unidades de Manejo Ambiental (UMAs; Weber 1991; Villarreal 2002; Heffelfinger 2006). Sin embargo, la cacería excesiva, aunada a la pérdida y/o fragmentación de su hábitat, han llevado a la reducción o remoción de algunas poblaciones (Villarreal 1999).

A pesar de la amplia distribución e importancia del venado cola blanca en México, siguen existiendo vacíos de información sobre la especie (Mandujano

2004). La mayoría de los trabajos realizados están relacionados con su biología, ecología y manejo, y una menor proporción de trabajos con su distribución y sistemática; sin embargo, generalmente se encuentran concentrados en pocas localidades (Mandujano 2004).

Tal es el caso de la subespecie *O. v. coyesi* que, a pesar de estar ampliamente distribuida en el país (incluyendo el estado de Sonora), presenta un menor número de estudios de los que se podrían esperar (Mandujano 2004). Dichos estudios incluyen aspectos sobre su dinámica poblacional, la composición de la dieta y el uso del hábitat entre otros; la mayoría se han desarrollado en la Reserva de la Biósfera “La Michilia” en el estado de Durango, siendo escasos en el resto de su distribución (Mandujano 2004).

Los estudios sobre la dinámica poblacional están en función de la densidad poblacional, la estructura de edades, la proporción de sexos y la tasa de crecimiento (Ezcurra y Gallina 1981). Dentro de estos tópicos, las estimaciones de densidad poblacional son necesarias para definir el estado poblacional de la especie. Así mismo, son el primer paso para establecer estrategias de manejo, aprovechamiento y conservación, dando pie a que las poblaciones se mantengan y no disminuyan en número (Ezcurra y Gallina 1981; Teer 1994; Lancia et al. 1996; Villarreal 1999; Ojasti 2000).

Generalmente las estimaciones de abundancia y tamaño poblacional para el venado cola blanca son realizadas a través de métodos indirectos, considerando que el índice obtenido (*i. e.* número de rastros) de una población en el campo, y presentan una relación proporcional a la densidad mínima (Ojasti 2000). El método que más se ha utilizado en los estudios de venado cola blanca es el de conteo de grupos fecales en transectos fijos (Ezcurra y Gallina 1981; Villarreal 1999). Sin embargo, el método presenta limitantes debido a la variabilidad en las tasas de defecación y las tasas de deterioro de las excretas, relacionadas con la subespecie, la edad, el sexo y el tipo de hábitat (Pérez Mejía et al. 2004; Camargo-Sanabria 2008). Es necesario conocer la tasa de defecación para la localidad y la subespecie de interés para evitar un sesgo en la estimación de la densidad (Galindo-Leal 1992; Pérez Mejía et al. 2004).

Ante la problemática de la carencia de estudios para el venado cola blanca en el país, aunado a la falta de información general sobre mamíferos de talla mediana y grande, es necesario utilizar técnicas que nos permitan hacer evaluaciones poblacionales rápidas, adecuadas y robustas cuya inversión pueda generar los mayores beneficios posibles.

El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa a través del monitoreo con trampas cámara para calcular la abundancia y densidad de venado cola blanca en el Noreste de Sonora, México.

## Material y métodos

### Área de Estudio

El trabajo se realizó en la Sierra de San Luis, en el Rancho “Los Ojos”, ubicado en el municipio de Agua Prieta, al Noreste del Estado de Sonora, México (31.2769°

N, -108.9877° W). El Rancho tiene una superficie de 5,500 ha y sus actividades se enfocan exclusivamente a la conservación de flora y fauna. La zona se encuentra bajo la influencia de la Sierra Madre Occidental, las montañas Rocallosas, y los desiertos Chihuahuense y Sonorense (Ponce-Guevara *et al.* 2005). El área de estudio pertenece al sistema montañoso denominado "Islas del Cielo", que se caracteriza por estar rodeado de pastizales, desiertos y valles intermontanos (The Wildlands Project 2000). La elevación de la localidad va de los 1,300 a los 1,500 msnm. La hidrografía está representada por un río permanente llamado Cajón Bonito, además de varios cuerpos de agua intermitentes y artificiales (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008). El clima es seco templado con lluvias en verano, la temperatura media en verano es de 18° C, y en invierno de 7° C (INEGI 1973). La precipitación media anual es de 450 mm (Íñiguez *et al.* 2005), siendo el mes de julio el que recibe la mayor precipitación (86 a 106 mm) y en el mes de mayo la menor (2.7 a 3.2 mm; INEGI 1973). La vegetación se encuentra constituida principalmente por pastizales y matorral rosetófilo, donde las especies más representativas son la palmilla (*Nolina microcarpa*), nopal de Engelmann's (*Opuntia pheacantha*), maguey (*Agave palmeri*) y el sotol (*Dasyllirion wheeleri*). También, se encuentran áreas con bosque de galería dominado por álamos (*Populus* sp.) y en algunas partes se pueden encontrar asociaciones de junípero-encino y/o huizachal-encino (Rodríguez-Martínez *et al.* 2008).

### Muestreos

Se colocaron 31 trampas-cámara (Xtreme5 WildView ®) en veredas identificadas como paso de fauna dentro del Rancho Los Ojos, entre los meses de septiembre y octubre de 2009. Se mantuvieron activas por un periodo promedio de 31 días; para cada punto de muestreo se registraron las coordenadas geográficas y la altitud mediante una unidad portátil GPS (sistema de posicionamiento global, por sus siglas en inglés).

La separación espacial entre cada trampa-cámara fue de aproximadamente un kilómetro lineal, distancia que fue variable debido a la accesibilidad del terreno. Con este diseño, y de acuerdo al ámbito hogareño promedio para el venado cola blanca (2.895 km<sup>2</sup>; Smith 1991), se contempló minimizar las capturas de un mismo individuo por dos o más trampas cámara distintas (Yasuda 2004).

A tres metros frente a cada trampa-cámara se colocó como atrayente una combinación de sardina comercial en salsa de tomate con una mezcla de avena, maíz y extracto de vainilla. Este atrayente tiene la finalidad de atraer tanto a carnívoros como herbívoros y omnívoros y ha sido efectiva en climas secos (Lara-Díaz 2010).

Las trampas-cámara tuvieron una orientación Sur-Norte con la finalidad de evitar ser activadas por la luz del sol. Se colocaron en árboles a una altura entre los 50 y 100 cm, dependiendo de las características topográficas del terreno. La programación de las cámaras incluyó el registro de la hora y fecha por cada evento fotográfico, así como la toma de tres fotografías sucesivas cada vez que la cámara fuera activada.

### Historias de captura

Los registros fotográficos de venado cola blanca obtenidos dentro del muestreo, fueron separados y clasificados por cámara, eligiendo la fotografía de mayor calidad de los tres eventos sucesivos registrados, donde se observaran mejor las características físicas de cada venado.

Estas fotografías fueron sometidas a un análisis cruzado de opiniones (Kelly *et al.* 2008), donde cinco observadores diferentes identificaron cada venado a nivel de individuo con sus respectivas recapturas, con base en las características físicas y marcas naturales de los animales. El periodo en que se llevó a cabo el muestreo permitió una identificación más clara de los individuos; por un lado, las crías pueden presentar o no su pelaje manchado (Smith 1991) favoreciendo la diferenciación entre ellas, además aún se pueden encontrar junto con la madre (Marchinton y Hirth 1984), dando pie a discernir entre hembras. En el caso de los machos en este periodo se presentan astas plenamente mineralizadas en las cuales se pueden contar números de puntas, aretes u otras características entre individuos (Heffelfinger 2006).

A través de este análisis se eliminaron las fotografías no utilizables para distinguir individuos y se produjo un consenso por medio del cual se obtuvo el número promedio de individuos presentes en el sitio muestreado. Posteriormente se determinó el número de capturas y recapturas. Se consideró una recaptura si el individuo fue fotografiado después de un periodo de 24 horas o más (Yasuda, 2004).

Finalmente, se construyó una historia de captura y recaptura para cada individuo, generando así una base en datos binarios de presencia (1) - ausencia (0) considerando cada día como la unidad de muestreo para cada uno de los individuos identificados.

Para ejemplificar el proceso presentamos una serie de fotografías obtenidas durante el muestreo (Figura 1). Se puede observar que es el mismo sitio, tomando como referencia las tres rocas en la parte inferior derecha, indicadas con color azul. Como primer paso de diferenciación entre individuos, se puede observar si es hembra o macho de acuerdo a la presencia de astas, además del tamaño corporal. Posteriormente, observamos que uno de los machos fotografiados presenta una malformación en el asta (señalada en color amarillo) por lo que este individuo puede ser ubicado fácilmente, otra característica que consideramos importante es el tipo de pelaje (rojo) ya que es diferente en dos hembras. En el análisis ciego de este punto de muestreo en particular por los cinco observadores se obtiene que tres consideran 5 individuos, uno 7 y uno 4. De este modo, se sumó el número de individuos y se calculó el promedio ( $5.2 \pm 0.98$  ind.), por lo que en este sitio se fotografiaron cinco venados cola blanca.

### Abundancia y densidad

La abundancia se calculó con el programa MARK 6.0, utilizando la herramienta CAPTURE, a través de la historia de captura de los venados, considerando los supuestos de una población cerrada y el modelo de estimación de probabilidad de captura apropiado (White 2008).





**Figura 1.** Secuencia de registros fotográficos obtenidos para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en una de las trampas cámara durante el periodo de muestreo, ejemplificando el análisis para diferenciar individuos (ver texto).

Para estimar la densidad, primero calculamos el Área Efectiva de Muestreo (AEM). Este análisis se hizo usando Arcmap 10 (ESRI 2011). A partir de las localizaciones de las cámaras, se generó un círculo alrededor de cada punto de muestreo (trampa-cámara) mediante el uso de la herramienta *buffer*, procurando que las áreas superpuestas se disolvieran para evitar solapamiento entre los círculos, y por tanto sobreestimación del AEM. Esta área de amortiguamiento correspondió al ámbito hogareño de la especie (Smith 1991), por lo que para cada círculo consideramos un radio de 0.959 km (donde el radio es la raíz cuadrada del ámbito hogareño dividido por  $\pi$ ). Para el cálculo del AEM se usaron las herramientas

Xtools, mediante la opción *calculate areas* sumando el área alrededor de todas las cámaras. La densidad se calculó dividiendo la abundancia estimada a través del programa MARK entre el AEM, reportándola como individuos por km<sup>2</sup>.

## Resultados

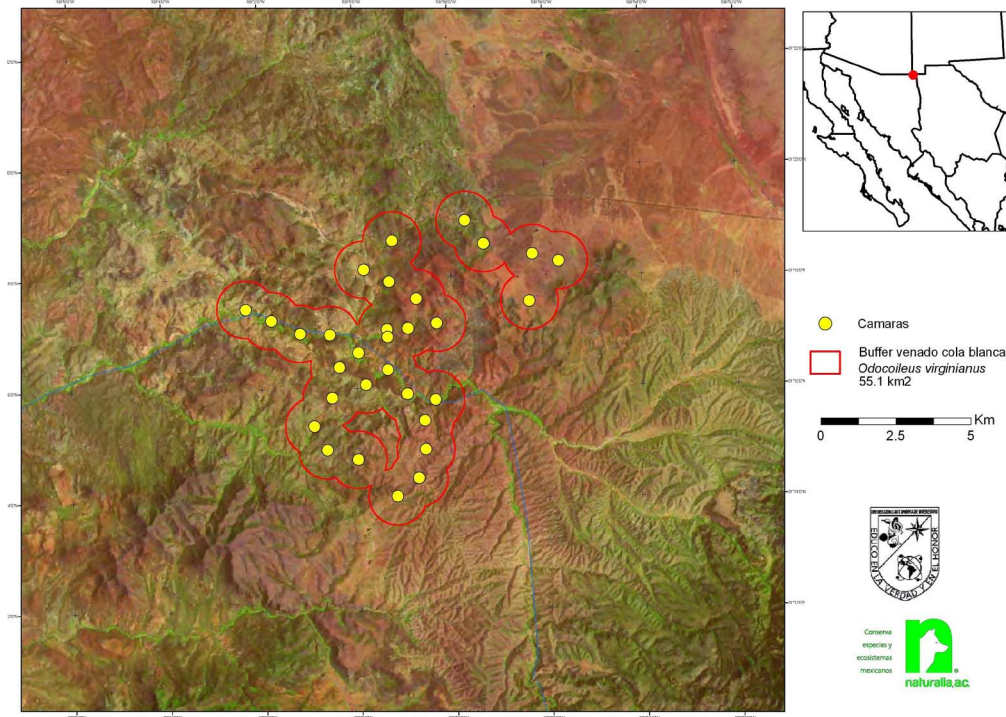
Con un esfuerzo de muestreo de 938 días-cámara, se registraron 14 especies de mamíferos, pertenecientes a cuatro órdenes y nueve familias (Tabla 1). Del total de eventos fotográficos, se obtuvieron 197 de venado cola blanca. Mediante el análisis ciego se identificaron 46 diferentes individuos (Fig. 1), de los cuales sólo cuatro individuos presentaron una o más recapturas. En total se tienen 54 capturas/recapturas en un periodo de 31 días. La abundancia estimada de acuerdo a la historia de captura fue de  $130 \pm 26.51$  individuos.

**Tabla 1.** Mamíferos silvestres registrados por medio de trampas cámara en la Sierra de San Luís, Sonora

Orden	Familia	Especie	Nombre Común
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma, león
		<i>Lynx rufus</i>	Lince, gato pochi
Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus mesoleucus</i>	Zorrillo real
		<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo encapuchado
		<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado
		<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Chulo, Solitario, Tejón
	Ursidae	<i>Ursus americanus</i>	Oso negro
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
	Sciuridae	<i>Spermophilus variegatus</i>	Ardillón
Rodentia		<i>Tamias dorsalis</i>	Chichimoco
	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	Rata nopalera
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo

El área efectiva de muestreo de las 31 trampas cámara fue igual a 55.10 km<sup>2</sup> (Fig. 2). La densidad para el venado cola blanca en el Rancho los Ojos, fue de  $2.36 \pm 0.48$  individuos/km<sup>2</sup>.

### Area efectiva de muestreo de venado cola blanca en sitio de estudio



**Figura 2.** Trampas cámaras colocadas y área efectiva de muestreo para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en la Sierra de San Luis, Sonora.

## Discusión

El venado cola blanca es una especie ecológica y económicamente importante en México, debido a esto es indispensable generar información sobre el estado de sus poblaciones, para evitar que disminuyan en número, como se ha reportado anteriormente en diversas localidades del país, principalmente por la cacería excesiva y la degradación de su hábitat (e. g. Veracruz; Villarreal 1999; Gallina *et al.* 2007). En necesario establecer planes adecuados de aprovechamiento y conservación para la especie. Esta información es además requerida para darle viabilidad a proyectos como la reintroducción de grandes carnívoros (e. g. *Canis lupus baileyi*; Ripple y Beschta 2004; Beschta y Ripple 2008).

Este estudio propone el uso de trampas cámara como alternativa (y no como sustituto) para la estimación de la abundancia y densidad del venado cola blanca. Se basa en la identificación de individuos y la estimación del área efectiva de muestreo, de acuerdo al ámbito hogareño de la especie (Karanth 1995; Carbone *et al.* 2001; Wallace *et al.* 2003; Karanth y Nichols 2002). Consideramos que la identificación de ejemplares es más certera sí el periodo de muestreo cubre la época de reproducción de la especie, ya que se puede discernir entre individuos, principalmente por la presencia de crías y la mineralización de las astas en los machos, llevando a estimaciones poblacionales más robustas (Smith 1991; Marchinton y Hirth 1984; Heffelfinger 2006; Gallina *et al.* 2010). La densidad puede variar a lo largo del año, pero sugerimos que con el uso del análisis ciego se reduzca el grado de error que se pueda presentar por este factor.

La densidad obtenida para la Sierra de San Luis, Sonora es de  $2.36 \pm 0.48$  ind/km<sup>2</sup>. Es comparable, pero inferior, a estudios previos en la localidad, ya



que por medio del conteo de grupos fecales se obtuvo una densidad de  $5.0 \pm 4.9$  individuos/km<sup>2</sup> (Jiménez-Maldonado *et al.* 2006), y por conteos aéreos de 1.95 individuos/km<sup>2</sup> (Conrad *et al.* 2006).

La densidad estimada en este estudio es baja en relación a la de la subespecie *O. v. couesi* en otras regiones del país, como en la Reserva de la Biósfera la Michilía, Durango (21 ind/km<sup>2</sup>; Gallina *et al.* 2010). Sin embargo, se considera que en Sierra de San Luis, la población de venado cola blanca se encuentra en buen estado. Esto debido a que presenta una densidad que triplica el valor considerado como una densidad muy baja (0.7 ind/km<sup>2</sup>; Villarreal 1999).

Cabe destacar que la densidad que calculamos no debe ser representativa de la región, debido a que son pocos los predios que se dedican exclusivamente a la conservación, en los cuales no existe la presencia de ganado y no se han documentado líneas de ramoneo evidentes o erosión del suelo (Gallina *com. pers.*). Sin embargo, nos dan un parámetro comparativo para evaluar el estado de las poblaciones en el resto de la región.

El rancho Los Ojos es uno de los pocos sitios que presentan estudios previos que evalúan la densidad de venado cola blanca a través de diferentes métodos, como el conteo de grupos fecales o aéreos directos. En el resto de las áreas consideradas como Islas del Cielo en Sonora, no hay información disponible, no sólo para el venado, sino para la mayoría de las especies de mamíferos presentes en la región.

Una de las ventajas que conlleva el monitoreo con trampas cámara, es que se pueden hacer evaluaciones poblacionales de más de una especie a la vez (Tabla 1) en un periodo relativamente corto (30 días). Si bien existen métodos potencialmente más adecuados para realizar estimaciones poblacionales, son muy particulares para cada especie, lo que implica una inversión más alta de recursos, que generalmente en México son limitados. Es por ello, que consideramos que el método aquí descrito es de gran utilidad sobre todo en sitios donde se carece de estudios sobre mamíferos medianos y grandes. Realizando los monitoreos periódicamente, podemos obtener información sobre estado y tendencias poblacionales, además de patrones conductuales como horarios de actividad o época de reproducción, para más de una especie. Es necesario aclarar que este método idealmente puede ser complementado con otras herramientas directas e indirectas (huellas, excretas, capturas), que nos permitan obtener la mayor información posible sobre las especies en el área de interés.

Finalmente, consideramos que llevando a cabo el monitoreo de las comunidades con apoyo del método descrito podemos contribuir de manera importante al conocimiento y actualización de la información de las poblaciones de mamíferos en diversas zonas, de una manera rápida y eficiente.

## Agradecimientos

Al PROMEP FNB-2008-04 por el financiamiento otorgado. A la CONANP por el apoyo logístico y económico. A la Fundación Cuenca Los Ojos por su amabilidad, permiso y préstamo de las instalaciones presentes en sus predios. Al apoyo en campo de M. Gómez, D. Zamora, E. Espinosa, E. Moreno, D. Valera, E. Ponce y J. Rodríguez.

## Referencias

- AGUSTINE, D., y L. E. FRELICH. 1998. White-tailed deer impacts on populations of an understory forb in fragmented deciduous forest. *Conservation Biology* 12:995-1004.
- BESCHTA, R. L., y J. W. RIPPLE. 2008. Wolves, trophic cascades, and rivers in the Olympic National Park, USA. *Ecohydrology* 1:118-130.
- CAMARGO-SANABRIA, A. 2008. Evaluación del conteo de grupos fecales y del análisis morfométrico de pellets como métodos de obtención de parámetros demográficos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*), en Puebla, México. Tesis Maestría. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.
- CARBONE, C. C., S. CONFORTI, K. COULSON, T. FRANKLIN, N. GINSBERG, J. R. GRIFFITHS, M. HOLDEN, J. KAWANISHI, K. KINNAIRD, M. LAIDLAW, R. LYAM, A. MACDONALD, D. W. MARTYR, D. MCDUGAL, C. NATH, L., OBRIEN, T. SEIDENSTICKER, J. SMITH, D. J. L. SUNQUIST, M. TILSON, R. y W. N. WAN SHAHRUDDIN. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation* 4:75-79.
- CONRAD, D., B. HENRY, y J. HERVERT. 2006. Ojos Calientes Simultaneous Double Count Survey Summary.
- CORONEL ARELLANO, H., C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ, y C. MORENO ARZATE. 2009. ¿Pueden las variables de paisaje predecir la abundancia de venado cola blanca? El caso del noroeste de México. *Tropical Conservation Science* 2:229-236
- ESRI. 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute. Windows. USA:
- 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*. (Ffolliott, P. S., y S. Gallina, eds.). Publicación No.9, Instituto de Ecología, Veracruz, México.
- GALINDO-LEAL, C. 1992. Overestimation of deer densities in Michilia Biosphere Reserve. *Southwestern Naturalist* 37:209-212.
- GALINDO-LEAL, C. y M. WEBER. 1998. El Venado de la Sierra Madre Occidental: ecología, manejo y conservación. CONABIO-EDICUSA. Ediciones Culturales SA de CV. México, Distrito Federal.
- GALLINA, S., C. DELFÍN, S. MANDUJANO, L. ESCOBEDO Y R. GONZÁLEZ. 2007. Situación actual del venado cola blanca en la zona centro del estado de Veracruz, México. White-tailed deer status in Central State of Veracruz, Mexico. *Deer Specialist Group News*. Newsletter 22:29-33.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, J. BELLO, H. LÓPEZ-FERNÁNDEZ, y M. WEBER. 2010. White-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780). Pp. 101-118 in *Neotropical Cervidology: Biology and medicine of Latin American deer* (Duarte J. M. B., y S. González, eds.). Jaboticabal, Brazil: Funep and Gland, Switzerland, IUCN.
- HALL, R. E. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York.
- HALLS, L. K. 1984. *White-tailed deer ecology and management*. Stackpole Books. Harrisburg, Pennsylvania.
- HEFFELFINGER, J. 2006. *Deer of the Southwest: A complete guide to the Natural History, Biology, and Management of Southwestern Mule Deer and White-Tailed Deer*.

- Texas A&M University Press. College Station, Texas.
- INEGI.** 1973. Cartas topográficas Estado de Sonora, Escala 1:250,000. INEGI. Aguascalientes, México.
- ÍÑIGUEZ, J. M., J. L. GANEY, P. J. DAUGHERTY, Y J. D. BAILEY.** 2005. Using Cluster Analysis and a Clasification and Regression Tree Model to Developed Cover Types in the Sky Islands of Southeastern Arizona. Pp. 195-200 in Connecting Mountain Islands and Deserts Seas: biodiversity and Management of the Madrean Archipelago II (Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L.G. Eskew, y C. B. Edminster, comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- JIMÉNEZ-MALDONADO, R., D. ACEVES-LARA, A. ORTEGA-URRIETA, Y C. A. LÓPEZ-GONZÁLEZ.** 2006. Comparación de densidad y estructura del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Sierra de San Luis, Sonora y en la Sierra Gorda de Querétaro. Memorias X Simposio sobre venados en México Ing. Jorge Villarreal González. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI).
- KARANTH K. U.** 1995. Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera-trap data using capture - recapture models. *Biological Conservation* 71:333-338.
- KARANTH, K. U., Y J. D. NICHOLS.** 2002. Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in Tropical Asia. Centre for Wildlife Studies Bangalore, India.
- KELLY, M. J., A. J. NOSS, M. S. DI BITETTI, L. MEFFEI, R. L. ARISPE, A. PAVIOLO, C. D. DE ANGELO, Y E. DI BLANCO.** 2008. Estimating Puma Densities from Camera Trapping across Three Study Sites: Bolivia, Argentina, and Belize. *Journal of Mammalogy* 89:408–418.
- LANCIA, R. A., J. D. NICHOLS, Y K. H. POLLOCK.** 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. Pp. 215-253 in *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats* (Bookhout, T. A. ed.). Fifth edition. The Wildlife Society. Bethesda, Maryland.
- LARA-DÍAZ, N.** 2010. La comunidad de mamíferos previa a la liberación de *Canis lupus baileyi* en Sonora, México. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro.
- LÓPEZ-TÉLLEZ, M. C., S. MANDUJANO, Y G. YÁNES.** 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana* 23: 1-16.
- MANDUJANO, S.** 2004. Análisis bibliográfico de los estudios de venados en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:211-251.
- MANDUJANO, S., GALLINA, S., ARCEO, G., Y L. A. PERÉZ-JIMENEZ.** 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos de vegetación por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* 20:45-67.
- MANDUJANO, S., Y V. RICO-GRAY.** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer, *Odocoileus virginianu* (Hays), by the maya of central Yucatan, Mexico. *Journal of Ethnobiology* 11:175-183.
- MARCHINTON, R. L., Y D. H. HIRTH.** 1984. Behavior. Pp. 129-168 in *White-tailed deer: ecology and management* (Halls, L. K. ed.), Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania.
- NARANJO, E. J., M. M. GUERRA, R. E. BODMER, Y J. E. BOLAÑOS.** 2004. Subsistence hunting

- bye threethnic groups of the Lacandona forest, México. *Journal of Ethnobiology* 24:233-253.
- NÚÑEZ, R., B. MILLER, Y F. LINDZEY.** 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela Cuixmala, Jalisco, México. Pp.107-126 in *El Jaguar en el Nuevo Milenio* (Medellín, R., C. Equihua, C. Chetkiewics, P. Crawshaw, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, eds.). Fondo de Cultura Económica-Wildlife Conservation Society-UNAM. Distrito Federal, México.
- OJASTI, J.** 2000. Manejo de Fauna Neotropical. SIMAB Series No 5. Smithsonian Institution/MAB program, Washintgon D.C.
- PÉREZ-MEJÍA, S., S. MANDUJANO, Y E. MARTÍNEZ-ROMERO.** 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca, *Odocoileus virginianus mexicanus*, en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 20:167-170.
- PONCE GUEVARA, E., K. PELZ SERRANO, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2005. Coyote Abundance in Relation to Habitat Characteristics in Sierra San Luis, Sonora, México. Pp. 337-340 in *Connecting Mountain Islands and Deserts Seas: biodiversity and Management of the Madrean Archipelago II* (Gottfried, G. J., B. S. Gebow, L. G. Eskew, y C. B. Edminster, comp.). U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- RIPPLE, J. W., Y R. L. BESCHTA.** 2004. Wolves, elk, willows, and cascades in the upper Gallatin Range of Southwestern Montana, USA. *Forest Ecology and Management*. 200:161-181.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, A., C. N. MORENO-ARZATE, R. GONZÁLEZ-SIERRA, Y C. A. LÓPEZ GONZÁLEZ.** 2008. Uso de hábitat, hábitos alimenticios y estructura poblacional del oso negro (*Ursus americanus*) en la Sierra Madre Occidental. Pp 279-294 in *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México II* (C. Lorenzo, C., y E. Espinoza, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.
- SMITH, W. P.** 1991. *Odocoileus virginianus*. *Mammalian Species* 388:1-13.
- TEER, J.** 1994. El venado cola blanca: historia natural y principios de manejo. Pp. 33-47 in *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica* (Vaughan, C., y M. A. Rodríguez, eds.). Ed. Euna. 1ª Edición. Heredia, Costa Rica.
- THE WILDLANDS PROJECT.** 2000. Sky Islands Wildlands Network, Conservation Plan, An Extraordinary Plan for a Place Beyond Compare.
- VILLARREAL, E. B.** 2002. El Grand-Slam de venado cola blanca mexicano, una alternativa sostenible. *Archivos de zootecnia* 51:187-193.
- VILLARREAL, J.** 1999. Venado Cola Blanca: Manejo y Aprovechamiento Cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- WALLACE, R. B., H. GÓMEZ, G. AYALA, Y F. ESPINOZA.** 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 10:133-139.
- WEBER, M.** 1991. El cola blanca de Coues: trofeo mexicano de fama internacional. *Trofeo, cacería en México* 4:18-20.
- WHITE, C. G.** 2008. Mark and Recapture Parameter Estimation. Version 6.0. Colorado State University. <http://welcome.warnercnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>. Fecha de Consulta: 19/07/2009.
- YASUDA, M.** 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps:



a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study* 29:37-46.

---

*Sometido: 25 de febrero de 2011*

*Revisado: 1 de marzo de 2011*

*Aceptado: 23 de mayo de 2011*

*Editor asociado: Sonia Gallina Tessaro*

*Diseño gráfico editorial: Gerardo Hernández*