

## Research Article

# Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México

Gerardo Sánchez-Rojas<sup>1</sup>, Cristian Aguilar-Miguel<sup>1</sup> y Edel Hernández-Cid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Biología de la Conservación, Centro de investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, apartado postal 63, plaza Juárez, Pachuca de Soto Hidalgo 4200, México. Email: gsanchez@uaeh.edu.mx

### Resumen

Se estimó la densidad y el uso de hábitat (por categorías de edad y sexo) de una población del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la sierra de Pachuca, Hidalgo. La estimación de la densidad se calculó mediante el conteo de grupos fecales y se evaluó el uso del hábitat por medio de la presencia de excremento. La morfología de los pellets se evaluó mediante el método K media difusa para obtener las categorías: I) juveniles, II) machos adultos y III) hembras adultas. Se midieron características de abundancia, diversidad y arquitectura de la vegetación leñosa y se utilizó un análisis de componentes principales (ACP) para identificar las variables de mayor relevancia y la heterogeneidad entre las unidades de evaluación. Para evaluar las diferencias entre los grupos de edad y sexo se utilizó un Análisis de Función Discriminante (AFD). La densidad estimada fue de  $2.1 \pm 1.6$  ind/km<sup>2</sup>. La clasificación mostró que el 40% de los pellets fueron asignados a juveniles, el 40% a hembras y 20% a machos. El ACP mostró que las variables de los arbustos son más importantes y que hay un área extensa de hábitat disponible para los venados, mientras que el AFD detectó diferencia significativa en el grupo de los jóvenes con respecto a los adultos en los sitios donde la vegetación de estrato arbustivo es más cerrada. En términos de conservación es importante contar con datos de la densidad de la población pues permite la comparación de monitoreos posteriores, pero sobretodo empezar a documentar como responden las especies dentro de las Unidades de Conservación y Manejo para Uso Sustentable.

**Palabras clave:** *Odocoileus virginianus*, uso de hábitat, densidad, Unidades de Conservación y Manejo para Uso Sustentable.

### Abstract

Density and habitat use (between age and sex classes) of a white tailed deer population. was estimated in a pine-oak forest at la Sierra de Pachuca, Hidalgo. The population density was estimated using the pellet count method and the occurrence of pellets was used to evaluate the habitat use. The morphology of pellets was utilized with the K mean Fuzzy Clustering method to obtain three categories: I) young, II) adult male and III) adult female. We recorded the abundance, diversity and architecture of woody plant and then analyzed with principal component analysis (PCA), in order to detect de main factor of habitat and the heterogeinity. To evaluate differences between age-sex classes we used functional discriminate analysis (FDA). Population density obtained was  $2.12 \pm 1.6$  ind/km<sup>2</sup>, the classification showed that 40 % of pellets was detected as young, the 40 % as female and 20 % as male. The PCA showed that main variables were associated with shrubs vegetation and exist a large suitable habitat for deer and FDA detected significant differences in sites between young and adult use with high density vegetation of shrubs. In terms of conservation it is important to have data on population density because it allows comparisons in monitoring activities; also it is important for starting to document how species respond within Units for Conservation and Sustainable Use Management.

**Key Word:** *Odocoileus virginianus*, habitat use, density, Wildlife Management and Use Unit

Received: Received 12 August 2008; Accepted 19 January 2009, Published: 25 May, 2009

**Copyright:** © Gerardo Sánchez-Rojas, Cristian Aguilar-Miguel and Edel Hernández-Cid. This is an open access paper. We use the Creative Commons Attribution 3.0 license <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> - The license permits any user to download, print out, extract, archive, and distribute the article, so long as appropriate credit is given to the authors and source of the work. The license ensures that the published article will be as widely available as possible and that the article can be included in any scientific archive. Open Access authors retain the copyrights of their papers. Open access is a property of individual works, not necessarily journals or publishers.

**Cite this paper as:** Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel, C. & Hernández-Cid, E. 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* Vol.2(2):204-214. Available online: [www.tropicalconservationscience.org](http://www.tropicalconservationscience.org)

## Introducción

La estimación de la población y la determinación del uso de hábitat de mamíferos silvestres resulta ser un aspecto de suma importancia, puesto que si en algún momento las intenciones son manejar y/o conservar alguna especie, estos parámetros pueden ofrecernos la pauta en la toma de decisiones referentes a dichas poblaciones [1]. El Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es un mamífero silvestre de importancia, ya que es la especie por excelencia para actividades cinegéticas, situación que realza la importancia de establecer el estatus actual de las poblaciones, sobre todo cuando se trata de poblaciones silvestres que potencialmente pueden ser aprovechadas [2]. En México se han realizado múltiples trabajos cuyo objetivo ha sido estimar la población en hábitats templados, áridos especialmente en ambientes tropicales [3]. En donde se observa que esta es una especie muy plástica en su respuesta demográfica y que en poco tiempo puede restablecer sus tamaños poblacionales si se suspenden y modifican las presiones que contribuyen a su disminución [4,5]

Recientemente en México se han desarrollado dos estrategias nacionales de gran éxito para incorporar parte del territorio nacional a planes de manejo y conservación de la vida silvestre. Dentro de éstas se encuentran las áreas naturales protegidas (ANP) que abarcan el 12% del territorio nacional. Por otro lado, está el programa de las Unidades para la Conservación Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs) el cual incorpora diferentes propiedades que abarcan igualmente otro 12% del territorio nacional [6].

Las UMAs, son extensiones de territorio que puede ser federal, privado, o comunal donde se permite el uso racional de la vida silvestre mediante el manejo y uso (extractivo o no), y presenta dos componentes: uno extensivo y otro intensivo, el primero se refiere a la conservación *in situ* mediante programas de manejo de las especies nativas silvestres, mientras que el intensivo permite un aprovechamiento *ex situ* de especies en cautiverio [7, 8].

Sin embargo, resulta notable que las UMAs han centrado su interés en el aprovechamiento de especies, en función de su importancia económica, esto avalado por la legislación vigente, quien solo les exige demostrar que existe una cantidad *suficiente* de individuos de las especies bajo aprovechamiento para otorgar los permisos correspondientes [9]. Por lo que, a pesar de que todas estas acciones de manejo y/o conservación están encaminadas a la preservación de la especie de interés, eventualmente estas actividades pueden estar ayudando indirectamente a otras especies silvestres que coexisten con las especies de interés.

Dentro de la localidad denominada UMA Rancho Santa Elena, en el Estado de Hidalgo, la cual extrae principalmente productos no maderables como son hongos silvestres y laurel [10], se ha detectado la presencia del venado cola blanca [11,12], por lo que surge el interés de hacer un

primer estudio de su abundancia en esta localidad, así como algunos aspectos del comportamiento de las diferentes clases de edad y sexo, así mismo, caracterizar las áreas que presentan rastros de venado cola blanca, con la finalidad de iniciar un programa de monitoreo a largo plazo, que tal vez en un futuro pueda llegar a aprovecharse como recurso (Fig 1).

## Método

### Área de estudio

El trabajo se realizó en parte de una UMA ubicada en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México, denominada Rancho Santa Elena, ( $20^{\circ} 07' 53''$  N y  $98^{\circ} 31' 38''$  O; Fig. 2). Esta UMA esta destinada para la extracción de recursos maderables y recursos no maderables (hongos y laurel). Esta propiedad cuenta con aproximadamente 1000 hectáreas [13]. La zona presenta clima templado sub-húmedo con lluvias en verano (C (W<sub>1</sub>) b (i) g W") [13]. La propiedad se caracteriza por presentar los siguientes tipos de vegetación: bosque de pino (2200 y 3000 msnm), bosque de encino (2100 a 2300 msnm) y pastizal, las especies dominantes son *Pinus teocote*, *Pinus montezumae*, *Pinus patula*, *Quercus laurina* y *Quercus rugosa*. El estrato arbustivo está dominado por las familias: Amaranthaceae, Compositae, Ericaceae, Labiatae, Loganiaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Umbelliferae [13].



Fig. 1. Vista del paisaje en el Rancho Santa Elena, donde se observa la dominancia de las especies arbóreas (a,b,c,d) así como fotos de los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el rancho, tomadas con trampas cámara. (e,f,g,h).

El área de estudio cuenta con un cuerpo de agua denominado "Presa San Carlos". La mayor precipitación ocurre en septiembre con 148.3 mm y la mínima ocurre en el mes de diciembre con 11.2 mm. En cuanto a la temperatura, la más alta se registra en mayo con  $18.0^{\circ}$  C y los registros más bajos en enero con un promedio de  $12.1^{\circ}$  C. [14]. Para este trabajo se consideraron solamente las partes del Rancho Santa Elena entre los 2400 y 2450 msnm, lo que corresponde a un 50% de la superficie total de la propiedad, ya que en esta zona es donde se tienen reportes visuales de venado cola blanca [10,11, 15].

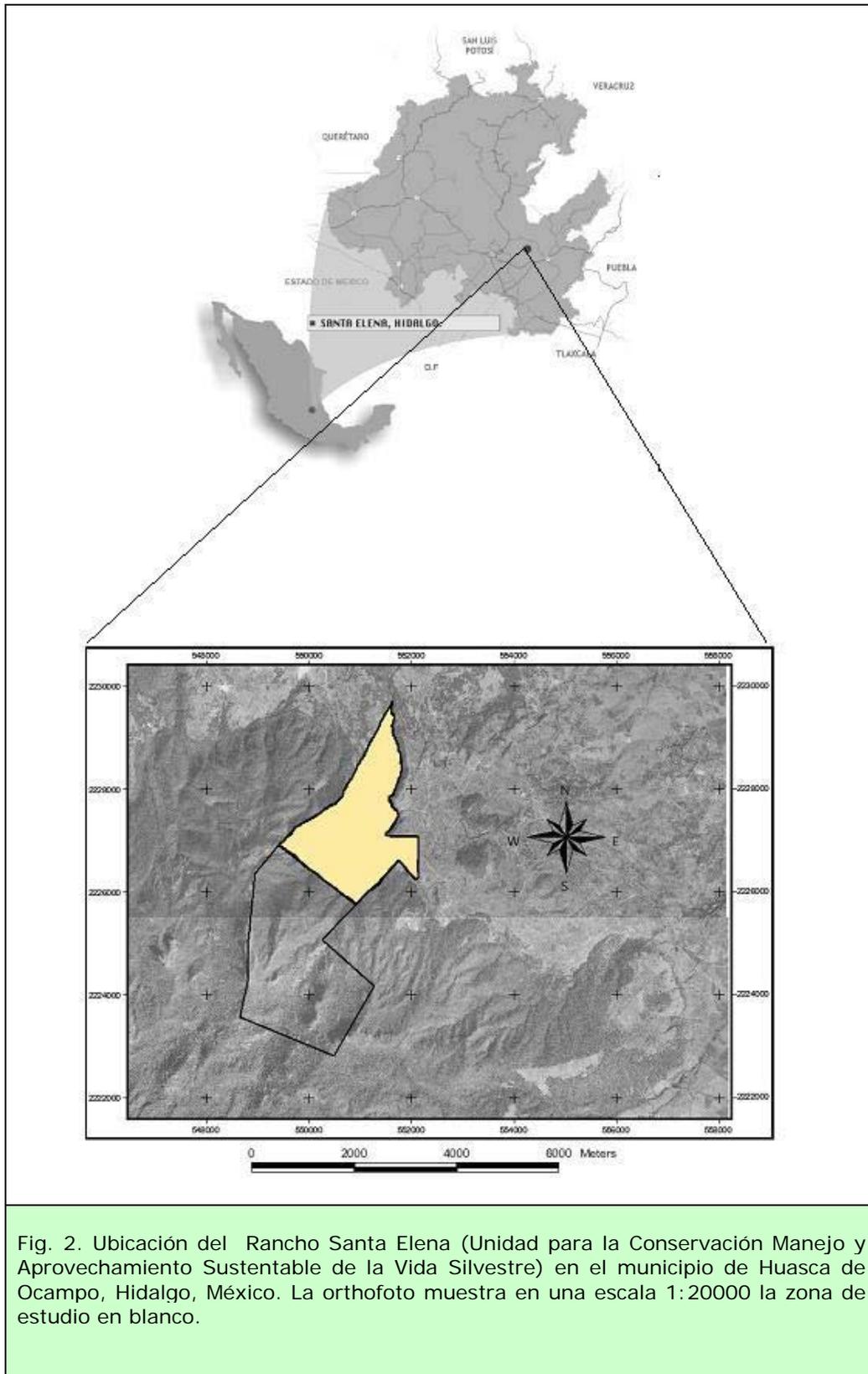


Fig. 2. Ubicación del Rancho Santa Elena (Unidad para la Conservación Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre) en el municipio de Huasca de Ocampo, Hidalgo, México. La orthofoto muestra en una escala 1:20000 la zona de estudio en blanco.

### *Colecta de grupos fecales*

Utilizando el método de transectos de usos múltiples, se establecieron un total de 12 transectos, de los cuales ocho tuvieron 600 m de longitud, mientras que cuatro fueron de menor longitud (400 m). Los transectos se distribuyeron al azar en zonas donde previamente se detectó a los venados. Estos se orientaron de acuerdo con un gradiente de mayor variabilidad, es decir, se establecieron a contrapendiente, evitando seguir las curvas de nivel y evitando establecer transectos en caminos [16]. En total se ubicaron 295 unidades de muestreo o evaluación para la colecta de grupos fecales y las variables de la vegetación leñosa. Las unidades de muestreo consistieron en círculos de 4 m de diámetro colocados cada 20 m.

Las unidades de muestreo se limpiaron en julio de 2006, eliminando todos los rastros viejos de pellets de venado. Las colectas se realizaron durante cuatro periodos de muestreo que incluyeron agosto y noviembre de 2006, así como febrero y mayo de 2007. Se recorrieron los transectos colectando únicamente los grupos fecales depositados por venados en las áreas circulares, todos los grupos fecales que se colectaron fueron depositados en bolsas de papel, en las que se anotó el número de transecto y el número del área de trabajo.

### *Estimación de la densidad de la población*

Para estimar la densidad de venados se utilizó el modelo propuesto por Eberhardt y Van Etten [3-17] con base en la fórmula y una tasa de defecación de 12.7 grupos fecales por individuo por día ya que es la tasa de defecación que más se ha utilizado para estimaciones en bosques templados. Con esta fórmula se estima el número de individuos por kilómetro cuadrado:

$$D = \frac{(\# \text{ de áreas circulares en una hectárea})(\text{promedio de grupos fecales por área})}{(120 \text{ días})(12.7 \text{ gf/día})} \times 100$$

### *Caracterización del hábitat*

Se midieron las variables de vegetación a lo largo de cada transecto utilizando el método de cuadrantes centrados en puntos [18]. Este método consistió en establecer a lo largo del transecto un punto cada 20 m. En cada punto tomando como referencia la línea del transecto y trazando una perpendicular a éste se establecieron cuatro cuadrantes, con la finalidad de medir la distancia al arbusto y al árbol más cercano en cada cuadrante. Asimismo, se midió en el caso de los árboles, I) altura, II) perímetro a la altura del pecho (PAP), y en el caso de arbustos III) altura, IV) diámetros de la corona y V) cobertura (medidas que nos ayudan a establecer la densidad del estrato leñoso así como la cobertura horizontal y vertical). Se identificó la especie correspondiente en cada uno de los casos para estimar la riqueza. Se midió la inclinación del terreno (en grados), para cada uno de los puntos de trabajo en todos los transectos, con ayuda de un clinómetro marca Suunto<sup>R</sup>, de manera que se pudo calcular la rugosidad del terreno.

La composición del hábitat para las unidades de evaluación fue ordenada mediante un análisis de componentes principales (ACP) [19], utilizando las variables medidas del hábitat. El ACP nos ubica en el hiperespacio de variables la relación que existe entre cada uno de los puntos de trabajo y las variables medidas en el hábitat así como el porcentaje de varianza explicada.

### *Clasificación de pellets*

La clasificación de los grupos fecales se realizó por medio de la función de K-medias difuso [21] utilizando las medianas de los datos morfométricos de los pellets que fueron: largo, ancho, relación largo-ancho, peso. La clasificación difusa se realizó para detectar tres categorías:

juveniles, hembras adultas y machos adultos, la cual se determinó mediante el valor de filiación (valor sin magnitud) que se obtiene con el programa NCSS [20].

#### *Diferencia entre los sitios utilizados por los grupos de sexo y edad*

Se realizó un análisis de función discriminante para detectar si existen diferencias en alguna de las características de hábitat entre las categorías [21]. El análisis utilizó solamente las unidades muestrales donde se obtuvieron excrementos de los venados. La matriz utiliza las mismas variables para la caracterización del hábitat y las variables de agrupamiento obtenidos por el análisis de K-medias difuso, y provee información que permite establecer si hay diferencias significativas en las características del hábitat preferidas por cada uno de los individuos de los diferentes categorías y determinar cuál de las variables medidas en el hábitat está relacionada con los individuos. El estadístico que se estima es la *Lambda Wilkin's* pero que debe de aproximarse al valor de *F* para establecer la significancia [21].

## Resultados

La densidad promedio de venados cola blanca, con una tasa de defecación de 12.7 grupos fecales/individuo/día, durante los periodos de muestreo fue de  $2.1 \pm 1.6$  ind/km<sup>2</sup>, teniendo una mayor estimación de la densidad para el muestreo correspondiente al mes de agosto del 2006; y la menor en febrero del 2007 (Fig. 3).

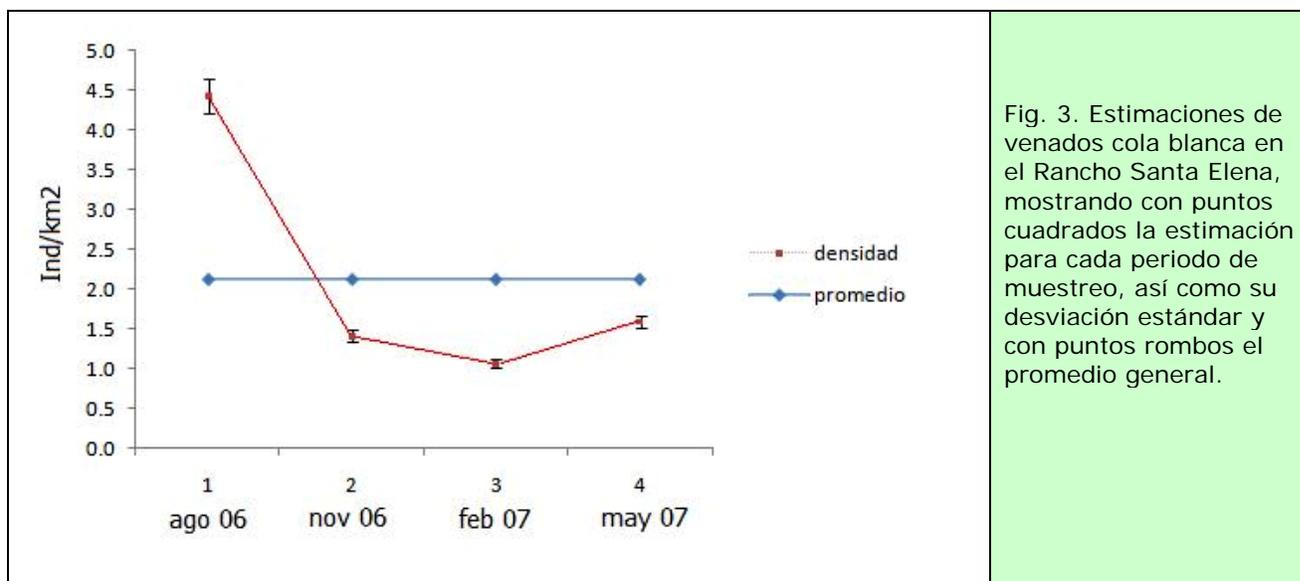


Fig. 3. Estimaciones de venados cola blanca en el Rancho Santa Elena, mostrando con puntos cuadrados la estimación para cada periodo de muestreo, así como su desviación estándar y con puntos rombos el promedio general.

Al evaluar las variables del hábitat con el ACP, se puede explicar el 58.6% de la variación con los tres primeros componentes. El componente uno presentó una correlación negativa para las variables relacionados con la arquitectura de los arbustos (diámetro 1, diámetro 2 de la corona del los arbustos, cobertura, altura del arbusto). El componente dos se correlaciona negativamente con las variables relacionadas con la arquitectura del estrato arbóreo (perímetro a la altura del pecho y altura de árbol). Mientras que el componente tres se correlacionó negativamente con las variables distancia de arbusto y distancia de árbol. Más de la mitad de las 295 unidades de muestreo se muestran muy similares en las variables medidas (Fig 4).

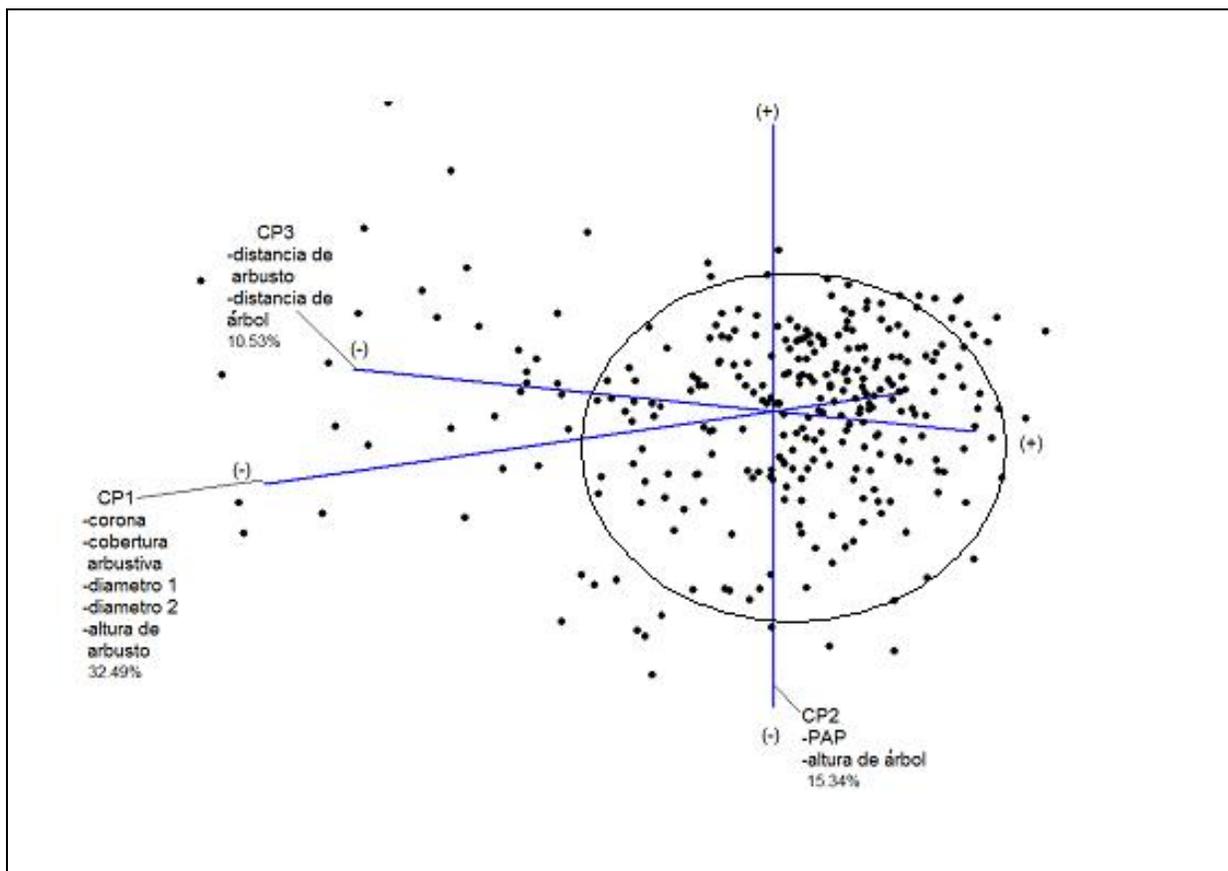
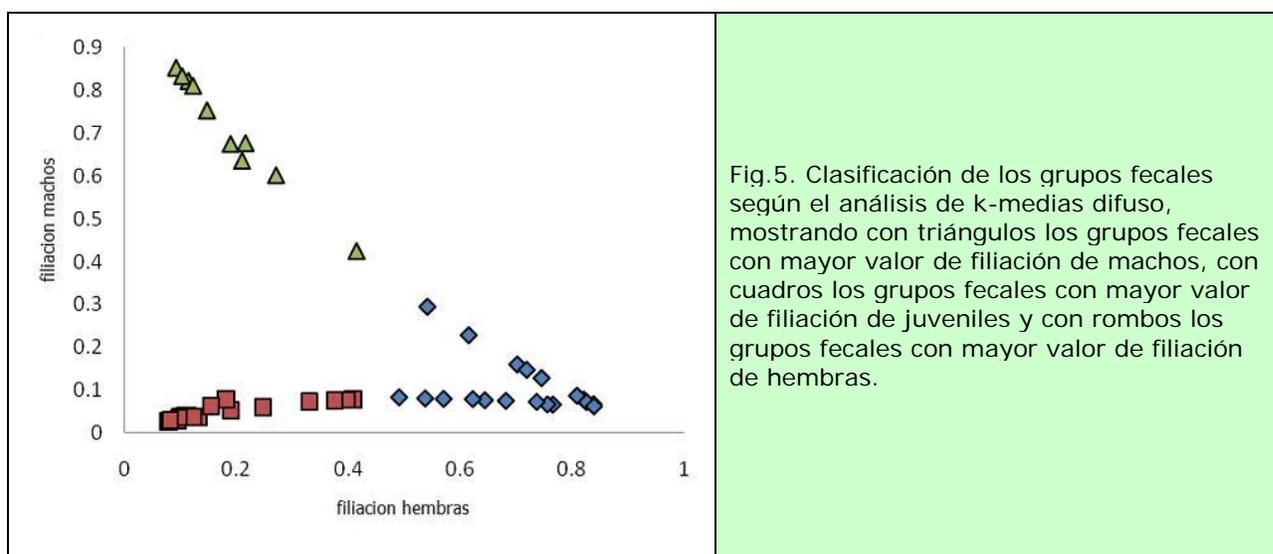


Fig. 4. Distribución de las 295 unidades de trabajo en el hiperespacio de las 12 variables consideradas para el hábitat según el ACP, considerando 3 componentes principales con un total de 58.59% de la varianza explicada. Enmarcando en un círculo las unidades de trabajo con mayor similitud.

Se obtuvieron un total de 48 grupos fecales durante el año de muestreo, los cuales se midieron y se clasificaron mediante el valor de filiación obtenido por el algoritmo de K-medias difuso. Mediante este valor de filiación se agruparon a 29 grupos fecales en la categoría de "adultos" (el 60 % de los grupos fecales); de los cuales, 19 grupos presentaron valores altos de filiación para el grupo de las hembras (40%) y 10 presentaron un mayor valor a la filiación para el grupo de los machos (20%) (Fig. 5). Finalmente los restantes 19 grupos fecales correspondieron a la filiación de jóvenes (40%).



El resultado del análisis discriminante para machos y hembras ( $\Lambda$  Wilkin's = 0.534; aproximación de  $F(12,16) = 1.162$ ;  $P = 0.3810$ ), indican que no existe diferencia significativa en las características de hábitat preferidas entre los sexos. Sin embargo el resultado del análisis discriminante para adultos y juveniles ( $\Lambda$  Wilks' = 0.7931 aprox.  $F(4,88) = 2.703$   $P < 0.0355$ ) muestra que existe diferencia significativa en las características de hábitat preferidas referidas a la densidad arbustiva y al tamaño de los arbustos, donde los juveniles prefieren hábitats con una mayor densidad arbustiva.

## Discusión

El promedio de las estimaciones calculadas para el periodo de muestreo fue de  $2.1 \pm 1.6$  ind/km<sup>2</sup> el cual es relativamente bajo, al compararlo con los obtenidos por otros trabajos realizados en bosques templados de México con el mismo método y la misma tasa de defecación. Por ejemplo, se estimó 21 ind/km<sup>2</sup> [22] en la Reserva de la Biosfera de Michilia, Dgo., aunque estimaciones más conservadoras estiman en 9.9 ind/km<sup>2</sup> [23]; mientras que en otra ANP que es el Bosque de La Primavera, en Jalisco, la estimación fue de  $4.8 \pm 1.0$  ind/km<sup>2</sup> [22]. En contraste, nuestra estimación es semejante a la obtenida en Oaxaca de  $1.1 \pm 1.2$  ind/km<sup>2</sup> en una zona bajo manejo forestal [24].

Nuestro resultado sugiere que la densidad de venados estimada es baja para los bosques templados, ya que sin duda, los individuos de esta población continúan sujetos a múltiples presiones como son: la depredación de las crías por los perros de la zona, pérdida del hábitat, y competencia con otros herbívoros domésticos y más importante la caza furtiva, la cual es quizá sea uno de los factores de presión más importante de las comunidades rurales sobre la fauna silvestre [24,25]. Sin embargo, las entrevistas previas con los dueños del rancho y sus trabajadores nos dejan ver que la detección de estos animales se ha incrementado en los últimos 10 años. Siendo posible que en el futuro mediante un sistema de monitoreo constante podamos ver si esta población está en crecimiento o no.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, en cuanto al hábitat, coinciden con los obtenidos por Pineda-Estrada y Sánchez-Rojas [26] quienes con el mismo método y en un área de trabajo con características ambientales y de vegetación similares, 30 km de distancia, obtuvieron que los sitios que usan los venados son lugares donde los arboles tienen una altura 8 a 16 m, con una

distancia promedio entre ellos de 2.0 m y en el caso de los arbustos con distancia de 1 m en promedio y alturas entre 0.5 a 1.25 m en el tamaño, presentando el terreno una inclinación superior al 10 % de pendiente.

El análisis de componentes principales parece mostrar que hay gran similitud en las unidades muestrales, por lo que se puede inferir que hay aún mucho hábitat disponible para esta pequeña población de venados cola blanca. Esta dependencia al estrato arbustivo por parte de los venados cola blanca es una parte distintiva en los hábitat de bosque templados donde se han estudiado, principalmente, por su característica morfofisiológica de ramoneador altamente selectivo [27]

Las dimensiones en los pellets entre sexos son mayores en los machos que en las hembras, lo que está relacionado con el tamaño del cuerpo y posiblemente por el dimorfismo que existe en esta especie, los grupos fecales analizados en el trabajo, muestran que la mayor diferencia ocurre en el volumen de los pellets coincidiendo con otras especies de cérvidos [3, 20].

Por otro lado, en el caso de los valores (volumen) de los juveniles, los resultados muestran que existe un mayor traslape con las hembras, esto es muy congruente, ya que debemos considerar que un macho subadulto puede alcanzar la misma talla corporal de una hembra adulta, lo que puede representar una mayor posibilidad de error al momento de clasificarlos, caso contrario ocurre entre machos adultos y jóvenes, ya que difícilmente un venado en estado juvenil o incluso subadulto puede alcanzar las tallas de una adulto, correspondiendo con lo que se ha detectado en otras especies de cérvidos [20, 28].

Al analizar esta diferencia con base en los resultados obtenidos, se comprobó que existe una separación del hábitat entre adultos y juveniles. Esto ha sido evidente en otros estudios donde se observa un uso diferencial del hábitat entre estas dos clases de edad del venado cola blanca [29]. Por tal motivo la preferencia de las crías por lugares con vegetación muy densa incrementa sus posibilidades de sobrevivir, pues esto les brinda mayor protección al pasar desapercibidos de sus depredadores [4,30]

Por otro lado, los resultados indican que no hay diferencias estadísticas entre las características del hábitat usado por machos y hembras. Ruckstuhl y Neuhaus [31] mencionan que existen algunos casos en los que la segregación sexual puede estar ausente en los ungulados, citando los siguientes casos: Cuando el alimento disponible es limitado puede llevar a la formación de grupos mezclados en parches con alimento; sin embargo, cuando la población es pequeñas; es común observar que el número de machos y hembras es demasiado bajo para formar grupos segregados. En este caso la baja densidad poblacional estimada podría explicar la ausencia de diferencias en el hábitat en los individuos adultos de diferente sexo.

## **Implicaciones para la conservación**

Con el presente estudio se aporta información sobre la estimación de la densidad de la población de venado cola blanca durante un ciclo anual en un bosque templado del centro de México, que es una de las zonas más transformadas del país y donde la mayoría de las grandes especies de mamíferos ya no se detectan [32]. Esta estimación es muy importante para empezar un proceso de monitoreo de la población a largo plazo, ya que es muy importante documentar la tendencias poblacionales de los venados en ambientes tan perturbados.

En la propiedad las estrategias de manejo están encaminadas al aprovechamiento de productos forestales y productos no maderables, pero no hay una estrategia implícita (salvo la de evitar la entrada al predio de personas ajenas y la disminución de perros), sin embargo el simple hecho de mantener la capa forestal para estas actividades indirectamente pudiera estar beneficiando a los venados para proveerlos de alimento y refugio. Considerando que el área de estudio corresponde a una estrategia de conservación denominada UMA, creemos que una línea de investigación muy importante que se debe de desarrollar en México es la evaluación del papel que representan las

mismas como estrategia de conservación, y cuantificar su efecto en la preservación de la biodiversidad en las comunidades bióticas donde se ubican, ya que hoy día representan un área equivalente a las ANP y probablemente en breve tiempo seguramente la superaran.

Con base en lo anterior, el empezar a documentar estos efectos ayudaría a mejorar y a establecer mejores estrategias de manejo y conservación en las áreas incluidas bajo este esquema de conservación y aprovechamiento.

## Agradecimientos

A las Familia Campuzano Chavez-Péon por todas las facilidades para realizar este trabajo en el Rancho Santa Elena, así como por las múltiples pláticas sobre sus experiencias con los venados; al proyecto FOMIX-Hidalgo No. 43761 "Biodiversidad de Hidalgo" y al proyecto "Influencia de las prácticas de manejo en la conservación de la diversidad de bosques templados del Estado de Hidalgo, con clave UAEH-DIP-ICBI-AAB-014.de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Se agradecen los comentarios de dos revisores anónimos a versiones anteriores de este trabajo.

## Referencias

- [1] Sutherland, W. J. 2006. Ecological Census Techniques. Cambridge University Press Cambridge United Kingdom.
- [2] Leopold, A. S. 2000. Fauna Silvestre de México. Editorial Pax, Ciudad de México.
- [3] Folliott, P. F. y Gallina, S. Eds. 1981. Deer Biology, habitat requirements, and management in western north America. México: Instituto de Ecología.
- [4] Villareal, J. 1999. Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético. Unión ganadera regional de Nuevo León, México.
- [5] Galindo C. y Weber, M.1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México D.F.
- [6] Weber, M., García-Marmolejo, G. y Reyna-Hurtado, R. 2006. The Tragedy of the Commons: Wildlife Management Units in Southeastern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 34: 1480-1488
- [7] García-Marmolejo, G. 2005. *Caracterización y sustentabilidad de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en Campeche*. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural-El Colegio de la Frontera Sur.
- [8] García Marmolejo, G., Escalona-Segura, G. y Van der Wal, H. 2008. Multicriteria evaluation of wildlife management unit in Campeche Mexico. *Journal of Wildlife Management* 72: 1194-1202.
- [9] Diario oficial de la federación. 2000. Ley General de Vida Silvestre publicada el 3 de julio de 2000
- [10] Chávez-Peón, M.C. 2006. Escalamiento de la diversidad de invertebrados en un bosque de pino-encino. Tesis de Maestría en Recursos Bióticos, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- [11] Coronel-Arellano, H. 2004. *Inventario de la mastofauna silvestre: el caso del Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México
- [12] Morales-García, J.J. 2007. *Ensamblaje de mamíferos terrestres en un bosque templado en áreas bajo diferente manejo forestal, en Huasca de Ocampo, Hidalgo, México*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- [13] INEGI, 1992. *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. México 134 pp.
- [14] Consejo Estatal de Ecología. 1999. *Ordenamiento Ecológico Territorial de Huasca de Ocampo*. Gobierno del Estado de Hidalgo-COEDE. 71p.

- [15] Becerril, M. 2006. *Comparación de algunos parámetros poblacionales de Peromyscus maniculatus en áreas con diferentes tipos de manejo forestal, en el Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo, México*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- [16] Caughley, G. y Sinclair A.R.E. 1994. *Wildlife Ecology and management*. Blackwell Scientific publications. London.
- [17] Van Etten, R.C. y Bennett C.L. 1965. Some sources of error in using pellet-group counts for censusing deer. *Journal of Wildlife Management* 29:723-729
- [18] Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- [19] Sánchez-Rojas, G. y Gallina, S. 2000. Factors affecting habitat use by mule deer (*Odocoileus hemionus*) in the central part of the Chihuahuan Desert, Mexico: an assessment with univariate and multivariate methods. *Ethology Ecology & Evolution* 12: 405-417
- [20] Sánchez-Rojas, G., Gallina, S. y Equihua, M. 2004. Pellet morphometry as tool to distinguish age and sex in the mule deer. *Zoo Biology* 23: 139-146
- [21] Manly, F.J.B. 1997. *Multivariate statistical methods a primer*. Chapman & Hall, London.
- [22] Vaughan, C. y Rodríguez, M. Eds. 1994. *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca en México y Costa Rica*. Costa Rica: EUNA, Universidad Nacional.
- [23] Morales, A. y Galindo-Leal, C. 1987. Distribución espacial y abundancia del venado cola blanca en la Sierra Madre Occidental, Durango. *Memorias del V Simposio sobre Fauna Silvestre en México*. UNAM, México.
- [24] Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones-Salas, M. y González, G. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, goldman y kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s) 21(3): 65-78.
- [25] Naranjo E.J., Guerra, M.M., Bodmer R.E. y Bolaños J.E. 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *Journal Ethnobiology* 24:233-253.
- [26] Pineda-Estrada R.A. y Sánchez-Rojas, G. 2002. Uso del hábitat del Venado Cola Blanca Texano introducido en un bosque de pino encino en la Sierra de Pachuca. *VIII Simposio sobre venados de México "Ing. Jorge Villareal González"* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
- [27] Galindo C. y Weber, M. 1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, Manejo y Conservación*. EDICUSA-CONABIO. México D.F. 272 p.
- [28] Yu.chun L., M. Yi-hang, G. Hai-bo, S. Rui-fan, Z. Hai, L. Xian-mei y L. Shan-yuan. 2008. A study on determining age and sex of Hainan Eld's Deer by use pellet morphometry. *Zoological Research* 29:189-194.
- [29] Gallina, S. Pérez-Arteaga, A. y Mandujano, S. 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción Chile* 69:221-228.
- [30] Geist V. 1998. *Deer of the World: Their Evolution, Behaviour, and Ecology*. Stackpole Books, Harrisburg, PA.
- [31] Ruckstuhl, K.E. y P. Neuhaus. 2000. Sexual segregation in ungulates: A new approach. *Behaviour* 137: 361-377
- [32] Fuller, T., Munguía, M. Mayfield, M. Sanchez Cordero, V. and S. Sarkar. 2007. Incorporating connectivity into conservation planning: A multi-criteria case study from central Mexico. *Biological Conservation* 133: 131-142