

## 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

Teresita ORTIZ-MARTÍNEZ<sup>1</sup>, Sonia GALLINA<sup>2</sup>, Miguel BRIONES-SALAS<sup>3</sup>  
& Graciela GONZÁLEZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> División de Posgrado, Instituto de Ecología, A. C., Apdo. Postal 63, CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO. ortiztj@posgrado.ecologia.edu.mx

<sup>2</sup> Departamento de Biodiversidad y Ecología Animal, Instituto de Ecología, A. C., Apdo. Postal 63, CP 91070, Xalapa, Veracruz, MÉXICO

<sup>3</sup> Departamento de Recursos Naturales, Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAX), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, CP 71230, Oaxaca, MÉXICO

### RESUMEN

Determinamos la densidad de población del venado cola blanca *Odocoileus virginianus oaxacensis* y caracterizamos su hábitat en cuatro asociaciones vegetales en un bosque templado de la Sierra Norte de Oaxaca. Usamos el método de conteo de excretas en transectos lineales para obtener la densidad, y el de cuadrantes centrados en puntos para evaluar las variables vegetales y físicas del hábitat de la especie. La densidad promedio en el periodo de junio de 1998 a agosto de 1999 en el área de las cuatro asociaciones vegetales fue de  $1.13 \pm 1.15$  venados/km<sup>2</sup>. La densidad de venados no presentó diferencia significativa entre las cuatro asociaciones de vegetación ( $H = 2.737$ ;  $P = 0.43$ ). Sin embargo, se observaron valores más altos de la densidad ( $1.73$  venados/km<sup>2</sup>) en relación a las asociaciones de vegetación *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus*, en las cuales la cobertura y volumen de arbustos, así como la sinuosidad en el terreno fueron significativamente mayores que en las asociaciones *Pinus-Quercus* ( $0.34$  venados/km<sup>2</sup>) y *Pinus-Abies* ( $0.71$  venados/km<sup>2</sup>). Los transectos localizados en la asociación vegetal *Abies-Pinus* se caracterizaron además por presentar un estrato arbóreo denso, diversidad vegetal alta y distancia corta a una fuente de agua permanente (promedio 153 m). Comparando las características de hábitat entre las cuatro asociaciones vegetales, en las asociaciones *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus* los venados pueden encontrar mayor disponibilidad de alimento y cobertura de protección horizontal y vertical, además de una topografía favorable para escapar de los depredadores. Sugerimos que diferentes factores como la productividad del bosque afectada por la sequía de 1998, el estrés asociado a los métodos de caza, y las actividades humanas aledañas al bosque templado del área, pudieron tener un efecto agregado sobre la densidad del venado.

**Palabras Clave:** bosque templado, densidad poblacional, México, Oaxaca, *Odocoileus virginianus oaxacensis*, venado cola blanca.

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the white-tailed deer *Odocoileus virginianus* population density as well as to characterize its habitat in four vegetation associations in a temperate forest of the Sierra Norte de Oaxaca. We used the pellet count method and the point-centered quarter method along linear transects. The average deer density in the period from June 1998 to August 1999 was  $1.13 \pm 1.15$  deer/km<sup>2</sup>. Deer density was not significantly different among the four vegetation associations ( $H = 2.737$ ;  $P = 0.43$ ). However, the higher values of density ( $1.73$  deer/km<sup>2</sup>) were found in the vegetation associations *Abies-Pinus* and *Quercus-Pinus*, in which shrubs density, height, cover and volume of the same, as well as the ruggedness of the topography were significantly greater than in the associations *Pinus-Quercus* ( $0.34$  venados/km<sup>2</sup>) and *Pinus-Abies* ( $0.71$  venados/km<sup>2</sup>). The transects located in the vegetation association *Abies-Pinus* were characterized by a dense canopy, high plant diversity and short distance to a permanent water source (average 153 m). Comparing the habitat characteristics

among the four vegetation associations, in the association *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus* the deer can find food availability and horizontal and vertical cover protection, besides a favorable topography to escape of predators. We suggest that different factors such as the forest productivity affected by the drought of 1998, the stress associated with hunting methods, and human activities adjacent to the forest, could have an additive effect on deer density.

**Key Words:** Mexico, Oaxaca, *Odocoileus virginianus*, population density, temperate forest, white-tailed deer.

## INTRODUCCIÓN

La percepción antrópica sobre los valores de la vida silvestre es dinámica y tiene capacidad para influir en la conservación de las poblaciones silvestres. El uso, el control irracional y el desconocimiento de alternativas de aprovechamiento sustentable, han llevado al borde de la desaparición a las poblaciones locales de especies como el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Villarreal 1999). En México, esta especie tiene valor económico, estético y cultural (Mandujano & Rico-Gray 1991, Naranjo *et al.* 2004), presenta una amplia distribución y es altamente apreciada por su valor cinegético, tiene una imagen carismática y contribuye como fuente alimenticia de las poblaciones rurales; razones por las que es incorporada cada vez más en las actividades productivas tanto privadas como comunales (Reyna 1997, Villarreal 1999). La posibilidad legal de obtener beneficios económicos derivados del aprovechamiento del venado cola blanca, influye en el cambio de actitud para cuidar y recuperar el hábitat y sus poblaciones locales en algunas comunidades rurales del país.

El venado cola blanca es una especie adaptable, que habita desde tierras bajas hasta sistemas montañosos por encima de los 3,000 m de altitud. La disponibilidad de alimento, agua y cobertura, además de las condiciones climáticas y la presencia de depredadores y competidores, influyen sobre la actividad y el tamaño de las poblaciones de esta especie (Galindo-Leal & Weber 1998, Gallina *et al.* 1998, Villarreal 1999). En hábitats cerrados los grupos tienden a ser más pequeños, posiblemente porque de esta manera son menos vulnerable a los depredadores (Mandujano & Gallina 1996).

En México, el aprovechamiento legal de especies silvestres tiene como base el plan de manejo (SEMARNAP 1997). Si el objetivo es el aprovechamiento en forma extensiva, la práctica de manejo debe incluir estimaciones actuales del tamaño poblacional en el área de interés. Esta información permite evaluar el estatus poblacional y definir tasas de aprovechamiento, que en conjunto con la evaluación del hábitat, apoya la planeación de actividades para mejorar sus condiciones y promover el incremento poblacional.

En los predios y áreas comunales en donde el aprovechamiento forestal maderable es la principal actividad productiva, el venado cola blanca se presenta como una oportunidad para diversificar el aprovechamiento de recursos. Este es el caso de la comunidad indígena de Pueblos Mancomunados, en la Sierra Norte de Oaxaca; en donde el venado cola blanca es de particular importancia, pues sus poblaciones representan a la subespecie *O. v. oaxacensis* endémica del Estado, de la que poco se ha estudiado.

Este trabajo evalúa el estado actual de la población y caracteriza el hábitat del venado cola blanca, en el bosque templado de Pueblos Mancomunados en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Los objetivos específicos fueron 1) estimar la densidad de población del venado cola blanca en las cuatro asociaciones vegetales que constituyen este bosque templado, 2) caracterizar el hábitat en las cuatro asociaciones vegetales del bosque

templado analizando topografía, disponibilidad de agua, cobertura, biomasa y diversidad vegetal, y 3) determinar en cada una de las cuatro asociaciones vegetales si la diferencia en la calidad del hábitat está relacionada con la densidad de población del venado cola blanca.

### Área de estudio

El estudio se realizó en un bosque templado ubicado dentro de los límites de propiedad comunal de los municipios San Miguel Amatlán, Santa Catarina Lachatao, y Santa María Yavesía ( $17^{\circ} 05' 30''$  y  $17^{\circ} 17' 30''$  N;  $96^{\circ} 21' 30''$  y  $96^{\circ} 32' 30''$  O), consolidados como "Pueblos Mancomunados" en 1991 (Fig. 1) Los tres municipios pertenecen al distrito de Juárez, Oaxaca, México. Se encuentran ubicados en una zona montañosa accidentada entre altitudes de 1,893 y 3,300 msnm que forma parte de la Sierra Madre de Oaxaca. Se

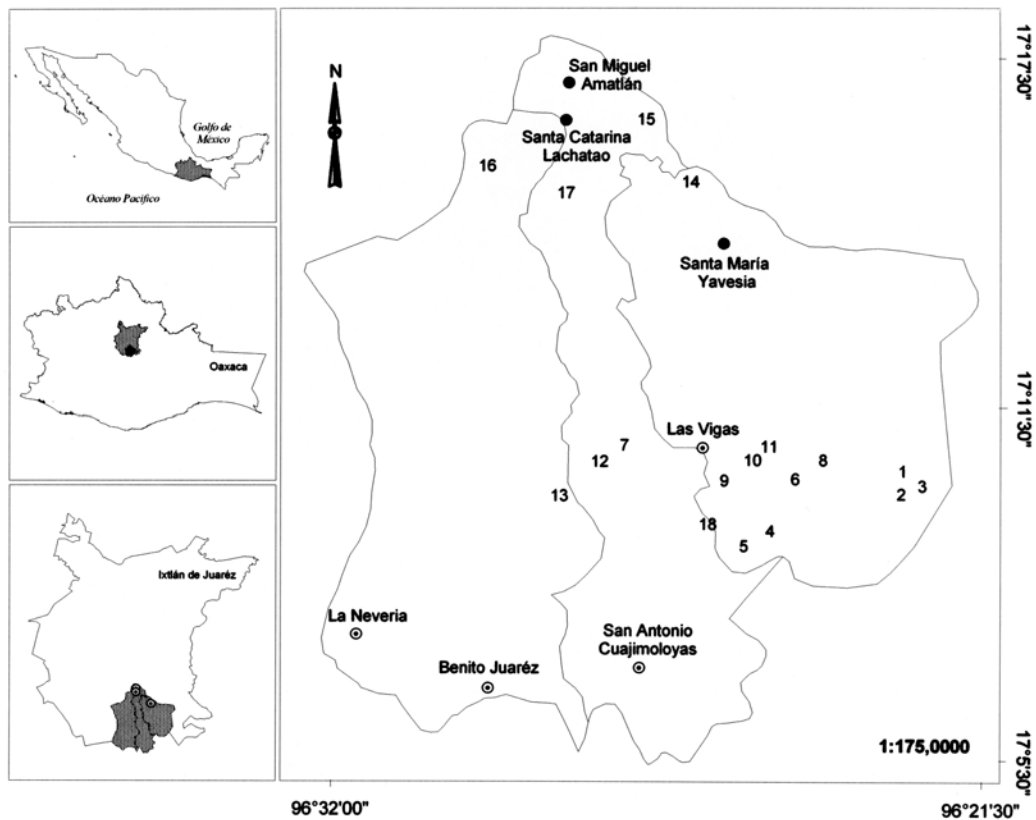


Figura 1

Localización de los municipios Amatlán, Lachatao y Yavesía (Pueblos Mancomunados) en el estado de Oaxaca, México. Los números corresponden a los transectos colocados en cuatro asociaciones de vegetación: 1-3 *Abies-Pinus*, 4-6 *Pinus-Abies*, 7-11 *Pinus-Quercus* y 12-18 *Quercus-Pinus*.

ubican en la Cuenca del Río Papaloapan donde se localizan también los Ríos Cara de León, Guacamayas, Los Trabajos y Yavesía (Pueblos Mancomunados 1996). El clima pertenece al tipo C (W2) (W), es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación media anual es de 1,000 mm y la temperatura media anual es de 12 a 18 °C, con el periodo más frío de noviembre a enero (INEGI 1988). Las comunidades vegetales formadas por especies de los géneros *Abies*, *Pinus* y *Quercus* que se encuentran mezcladas con predominancia de alguno de estos géneros, distinguiéndose cuatro asociaciones de vegetación: *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus*, *Pinus-Abies* y *Abies-Pinus*. De la superficie mancomunada de 29,430 ha, 19,803 ha tienen vocación forestal (CEMASREN 1998, Pueblos Mancomunados 1996).

## MÉTODOS

### 1. Estimación de la densidad de venados

Para estimar la densidad de venados realizamos un muestreo utilizando el método de conteo de grupos fecales (Escorra y Gallina 1981, Gallina 1990). Colocamos 18 transectos: tres transectos en la asociación vegetal *Abies-Pinus*, tres en *Pinus-Abies*, cinco en *Pinus-Quercus* y siete en *Quercus-Pinus*; determinamos su número considerando la superficie de cada uno de estos tipos de asociación vegetal reportada para el área de estudio (CEMASREN 1998). El muestreo se llevó a cabo en áreas circulares de 9.3 m<sup>2</sup> establecidas de manera sistemática cada 10 m, sobre transectos de 400 m de largo, en un área de aproximadamente 10,800 ha. Realizamos la colecta en junio, agosto y octubre de 1998 y en enero y agosto de 1999. En estos transectos se midieron también las características físicas y de la vegetación. Con los datos obtenidos en un premuestreo con 360 parcelas en 9 transectos, se estimó la densidad media de grupos de excretas y su varianza, con un error del 20 % de la media. Para este propósito se utilizó la fórmula  $n = (t^2)(s^2)/d^2$ , donde:  $n$ , número de parcelas requeridas;  $s$ , varianza del muestreo;  $t$ , valor en tablas t student (1.96) con el 95% de confiabilidad; y  $d$ , media del muestreo por el riesgo de error seleccionado. De acuerdo con los resultados obtenidos en el premuestreo las 720 áreas circulares establecidas sobre 18 transectos, corresponden a un nivel de confiabilidad de 72%; y su número fue decidido con base a los recursos humanos y materiales disponibles para realizar este trabajo.

La densidad de población se determinó utilizando el modelo de Eberhardt & Van Etten (1956). La fórmula que calcula el número de venados por hectárea a partir del número de grupos fecales es:  $D = (a) (x) / (t) (f)$ , en donde  $a$  es el número de áreas circulares de 9.3 m<sup>2</sup> en una hectárea (1,076.39),  $x$  es el promedio de grupos fecales por área circular,  $t$  es el tiempo de depósito de los grupos fecales y  $f$  es la tasa de defecación. El tiempo de depósito varió de 53 a 99 días y fue controlado mediante la colecta de todos los grupos encontrados previamente al primer muestreo, y así consecutivamente con cada nuevo muestreo. Se utilizó la tasa de defecación promedio de 12.7 grupos por día reportada para la estimación de la densidad de población de venado cola blanca en otros estudios, ya que no se ha determinado la tasa de defecación en la zona. La densidad se estimó por asociación vegetal y por mes de muestreo.

## 2. Caracterización del hábitat

Para caracterizar las asociaciones vegetales seleccionamos variables de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, además de variables físicas, las cuales fueron escogidas por su importancia como proveedoras de refugio y alimento para el venado. Utilizamos el método de cuadrantes centrados en puntos para medir las variables de la vegetación a lo largo de cada transecto (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Las unidades consistieron en 10 puntos colocados cada 40 metros en cada uno de los 18 transectos lineales utilizados para el conteo de grupos fecales. En cada punto establecimos cuatro cuadrantes a partir de el cruce de dos líneas, una de ellas perpendicular al transecto, y a partir de cada vértice medimos la distancia al árbol y arbusto más cercanos. A cada árbol y arbusto se le midió la altura, el diámetro mayor de la copa y el diámetro perpendicular a éste, además, a los árboles se les midió el diámetro a la altura del pecho.

De acuerdo a los métodos descritos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), se estimó la densidad arbórea y arbustiva, el área basal, la densidad relativa, la dominancia relativa (densidad x área basal), la frecuencia absoluta, la frecuencia relativa y el valor de importancia. La cobertura de los árboles y de los arbustos se obtuvo con la fórmula de la elipse  $C = \pi \times 0.25 \times D_1 \times D_2$ , donde  $D_1$  diámetro mayor de la copa y  $D_2$  diámetro perpendicular. El volumen se calculó utilizando la fórmula del cono invertido  $V = 1/3 B \times h$ , donde  $B$  es la cobertura y  $h$  es el valor de la altura del arbusto.

Estimamos la biomasa aérea para cada especie de planta hasta una altura de 1.80 metros en 10 áreas circulares de  $1\text{m}^2$ , colocadas cada 40 metros en cada uno de los 18 transectos. Utilizamos la técnica de doble muestreo de Pechanec & Pickford (1937), que consiste en estimar el peso de todas las especies presentes en dichas áreas con entrenamiento previo utilizando un dinamómetro. Sólo en dos parcelas por transecto cosechamos submuestras que fueron secadas para luego determinar su peso seco. Calculamos el factor de corrección para ajustar las estimaciones de peso en el resto de las parcelas (Biomasa =  $FC \times$  peso estimado). Utilizamos la fórmula  $FC = (G \text{ PS} / \text{PE}) /$  número de parcelas, donde  $PS$  es el peso seco y  $PE$  es el peso estimado. La biomasa de las especies potencialmente consumibles para el venado (Luna 2001), se estimó para la época seca.

La diversidad se midió con el Inverso del Índice de Simpson, el cual considera la proporción con la que cada especie de planta contribuye a la biomasa total en cada transecto (Ezcurra 1980, Gallina 1990).

Medimos la cobertura de protección vertical en 20 puntos por transecto separados cada 20 metros. Utilizamos una regla de 2 m x 5 cm dividida en 10 secciones de 20 cm x 5 cm pintadas de manera alterna en blanco y negro. La regla se colocó vertical a un punto y se contó el número de secciones visibles a una distancia de 15 m. La diferencia con respecto al total de secciones se expresó como un porcentaje de cobertura que protege al venado de sus depredadores (Griffith & Youtie 1988).

La localización de los cuerpos de agua se realizó con la ayuda de cartas topográficas (INEGI 1990, 1994). Determinamos tres distancias desde cada transecto, a partir de cada extremo y de la mitad, hasta el cuerpo de agua más cercano para calcular su distancia promedio (Álvarez-Cárdenas 1955).

La inclinación del terreno se determinó utilizando un transportador con un péndulo (J. Bello com. pers.), realizando lecturas a intervalos de 20 m a lo largo de cada uno de los

transectos. La sinuosidad se obtuvo al promediar el total de ángulos de inclinación determinados por transecto, y se refiere a lo accidentado del terreno a lo largo éste. La pendiente general se obtuvo trazando, sobre el mapa elaborado, una línea que toca el primero y el último punto del transecto y midiendo el ángulo de inclinación al que corresponde dicha línea.

### 3. Análisis de datos

Las 17 variables estimadas para caracterizar el hábitat se compararon entre las cuatro asociaciones vegetales utilizando la prueba paramétrica F y la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, con la aproximación de  $X^2$ , donde H es la estadística usada en la prueba (Zar 1996). Se utilizó una u otra técnica de acuerdo con el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de cada variable.

El análisis descriptivo y exploratorio de los datos se basó en gráficos univariados de cajas con bigotes de cada variable, para identificar la tendencia central y la simetría de la distribución. Se hizo un resumen descriptivo para establecer comparaciones entre las asociaciones vegetales. Realizamos un análisis multivariado utilizando la técnica de Componentes Principales (ACP), para analizar la asociación entre las variables del hábitat y la densidad de población de los venados, observando el peso relativo de cada una de las variables que contribuyen a la varianza de los componentes principales. Debido a las diferencias de escala en que se presentaron las variables, fue necesario realizar el análisis con las variables estandarizadas (matriz de correlaciones) (STATISTICA 6.0). En todos los casos se usó un nivel de significancia de 0.5.

## RESULTADOS

### 1. Estimación de la densidad

La densidad estimada de la población de venado cola blanca del periodo de junio de 1998 a agosto de 1999 fue de  $1.13 \pm 1.15$  ind/km<sup>2</sup>, la mayor densidad promedio se obtuvo en octubre de 1998 (3.15 venados/km<sup>2</sup>) (Cuadro 1). La densidad varió entre censos de cero a 6.31 venados/km<sup>2</sup> y su promedio por asociación vegetal varió 0.34 a 1.73 venados/km<sup>2</sup>. La densidad de venado no presentó diferencia significativa entre las cuatro asociaciones vegetales al considerar los cinco muestreos realizados ( $H = 2.737$ ;  $P = 0.43$ ).

**Cuadro 1**

Estimación de la densidad de población de venados (ind/km<sup>2</sup>) por asociación vegetal y por mes.

Asociación Vegetal	Censo 1998			Censo 1999		Promedio
	Jun	Ago	Oct	Ene	Ago	
<i>Abies-Pinus</i>	1.024	1.333	6.306	0.000	0.000	1.732
<i>Pinus-Abies</i>	1.024	0.000	2.522	0.000	0.000	0.709
<i>Pinus-Quercus</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	1.712	0.342
<i>Quercus-Pinus</i>	0.000	0.000	3.784	3.027	1.835	1.729
<b>Promedio</b>	0.512	0.333	3.153	0.757	0.887	1.130

## 2. Características del hábitat

Las asociaciones vegetales presentaron los siguientes valores de importancia (VI) en los géneros dominantes *Quercus-Pinus*: 188-75 respectivamente, *Pinus-Quercus*: 174-105, *Pinus-Abies*: 228-29 y *Abies-Pinus*: 229-40. Otras especies presentes son *Alnus acuminata* (aile), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Arctostaphylos pungens* (manzanita), *Baccharis conferta* (madre del pino), *Monnina xalapensis* (frijol) y *Senecio sp.* (chiro).

La biomasa promedio de las especies potencialmente consumibles para el venado fue de 49.0, 97.4, 28.7 y 46.3 kg/ha de materia seca en las asociaciones *Abies-Pinus*, *Pinus-Abies*, *Pinus-Quercus* y *Quercus-Pinus*, respectivamente. De la biomasa total, en la asociación *Abies-Pinus* el porcentaje más alto fue de especies arbustivas (70%); mientras que en las asociaciones *Quercus-Pinus*, *Pinus-Quercus* y *Pinus-Abies*, el porcentaje más alto correspondió a especies arbóreas (78%, 83%, 78% respectivamente). Las variables del hábitat significativamente diferentes entre las asociaciones vegetales fueron la altura de los árboles, la cobertura de los árboles, la cobertura de los arbustos, el volumen de los árboles, el volumen de los arbustos, la sinuosidad y la altitud (Cuadro 2).

**Cuadro 2**

Variables del hábitat que resultaron significativamente diferentes entre las asociaciones vegetales: *Abies-Pinus* (AP), *Pinus-Abies* (PA), *Pinus-Quercus* (PQ) y *Quercus-Pinus* (QP). Se presenta el promedio, la desviación estándar entre paréntesis y el valor *p* de la prueba F, y el valor \**p* de la prueba de Kruskal-Wallis (H).

Variable	Asociación Vegetal				<i>p</i>
	AP	PA	PQ	QP	
<b>ÁRBOLES</b>					
Altura (m)	12.50 (1.08)	10.94 (2.50)	12.85 (2.60)	7.33 (3.37)	0.018
Cobertura (m <sup>2</sup> )	18.58 (1.72)	12.94 (2.92)	8.22 (3.33)	8.73 (5.15)	0.012
Volumen (m <sup>3</sup> )	114.27 (30.42)	66.73 (11.07)	51.58 (27.49)	31.50 (31.30)	0.006
<b>ARBUSTOS</b>					
Cobertura (m <sup>2</sup> )	1.58 (0.38)	0.67 (0.37)	0.52 (0.15)	0.99 (0.57)	0.028
Volumen (m <sup>3</sup> )	1.68 (0.82)	0.47 (0.33)	0.38 (0.19)	0.84 (0.58)	0.021
<b>MEDIO FÍSICO</b>					
Sinuosidad <sup>1</sup>	35.03 (8.70)	6.83 (1.89)	6.40 (5.82)	16.64 (12.32)	0.004
Altitud (msnm)	3,068.33 (26.19)	3,182.11 (54.68)	2,829.00 (107.47)	2,406.43 (440.29)	*0.004

<sup>1</sup>Medida en grados de inclinación.

El análisis de componentes principales (ACP) explicó en los primeros tres componentes el 64% de la varianza, siendo los dos primeros los más importantes (50.59% de la varianza). El análisis indicó que las variables de mayor peso en el primer componente fueron relativas al sotobosque y a la topografía, en orden de mayor a menor peso se compone por la altura de los arbustos, el área de la copa de los arbustos, el volumen de la copa de los arbustos, la sinuosidad, el índice de visibilidad vertical y la pendiente, variables que se asociaron positivamente. A este componente se relacionaron positivamente los transectos de las asociaciones de *Oyamel-Pinus* y *Quercus-Pinus* que se caracterizaron por un sotobosque de desarrollo positivo que reduce la visibilidad vertical, presentaron el terreno más accidentado y pedregoso, y fueron aquellos en donde se encontró un mayor número de excretas de venado. El segundo componente correspondió a variables del dosel como la

altura de los árboles, el área de la copa de los árboles y el volumen de los árboles, así como a la altitud, la diversidad y la distancia a una fuente de agua. Las primeras cinco variables se asociaron positivamente y la última se asoció negativamente. Los bosques de *Oyamel-Pinus* y *Pinus-Oyamel* se relacionaron positivamente a las primeras y negativamente a la última, caracterizándose por un dosel bien desarrollado, una posición en el terreno más elevada y una mayor cercanía a fuentes de agua permanente. El tercer componente correspondió a la densidad de especies arbustivas (Cuadro 3).

**Cuadro 3**

Resultados del Análisis de Componentes Principales de las variables de cuatro asociaciones de vegetación: *Abies-Pinus*, *Pinus-Abies*, *Pinus-Quercus* y *Quercus-Pinus*. Se presentan en negritas los pesos de las variables originales que contribuyen de manera significativa (correlaciones > 0.50) en la formación de los componentes principales.

Componente	I	II	III
Varianza explicada	26.51	24.08	12.87
Varianza acumulada	26.51	50.59	63.46
VARIABLE			
ESTRATO ARBOREO			
1 Altura de árboles promedio (m)	-0.326	<b>0.714</b>	-0.385
2 Densidad arbórea en 100 m <sup>2</sup>	-0.097	-0.372	-0.075
3 Cobertura de los árboles promedio (m <sup>2</sup> )	0.081	<b>0.836</b>	0.269
4 Volumen de los árboles promedio (m <sup>3</sup> )	-0.082	<b>0.884</b>	0.167
5 Biomasa arbórea (kg/ha)	-0.306	-0.236	0.268
ESTRATO ARBUSTIVO			
6 Altura de arbustos promedio (m)	<b>0.808</b>	-0.146	-0.173
7 Densidad arbustiva en 100 m <sup>2</sup>	0.080	0.174	<b>-0.875</b>
8 Cobertura de los arbustos promedio (m <sup>2</sup> )	<b>0.943</b>	0.034	-0.009
9 Volumen de los arbustos promedio (m <sup>3</sup> )	<b>0.933</b>	0.163	-0.136
10 Biomasa arbustiva (kg/ha)	0.255	0.337	0.430
ESTRATO HERBÁCEO			
11 Biomasa herbácea (kg/ha)	0.233	-0.188	0.315
DIVERSIDAD VEGETAL			
12 Diversidad (inverso del índice de Simpson)	0.407	<b>0.609</b>	-0.377
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
13 Índice de visibilidad (%)	<b>0.659</b>	-0.150	-0.496
14 Sinuosidad (grados de inclinación)	<b>0.768</b>	0.190	0.341
15 Pendiente general (grados de inclinación)	<b>0.598</b>	0.291	0.506
16 Distancia a la fuente de agua (m)	0.195	<b>-0.725</b>	0.053
17 Altitud (msnm)	-0.401	<b>0.802</b>	-0.021

En resumen, los transectos se distribuyeron en tres grupos principales: los que representaron a la asociación *Oyamel-Pinus* constituyeron el grupo de mayor relación positiva con las variables de cobertura arbustiva y arbórea, la sinuosidad del terreno y la diversidad de especies vegetales. Los transectos de *Quercus-Pinus* mostraron similitud con los transectos de la asociación *Oyamel-Pinus* en cuanto a las variables arbustivas y a la



topografía, más no con las variables del estrato arbóreo. Finalmente, Los transectos que representaron a las asociaciones *Pinus-Oyamel* y *Pinus-Quercus* se agruparon relacionándose negativamente con las variables relacionadas al estrato arbustivo (Fig. 2).

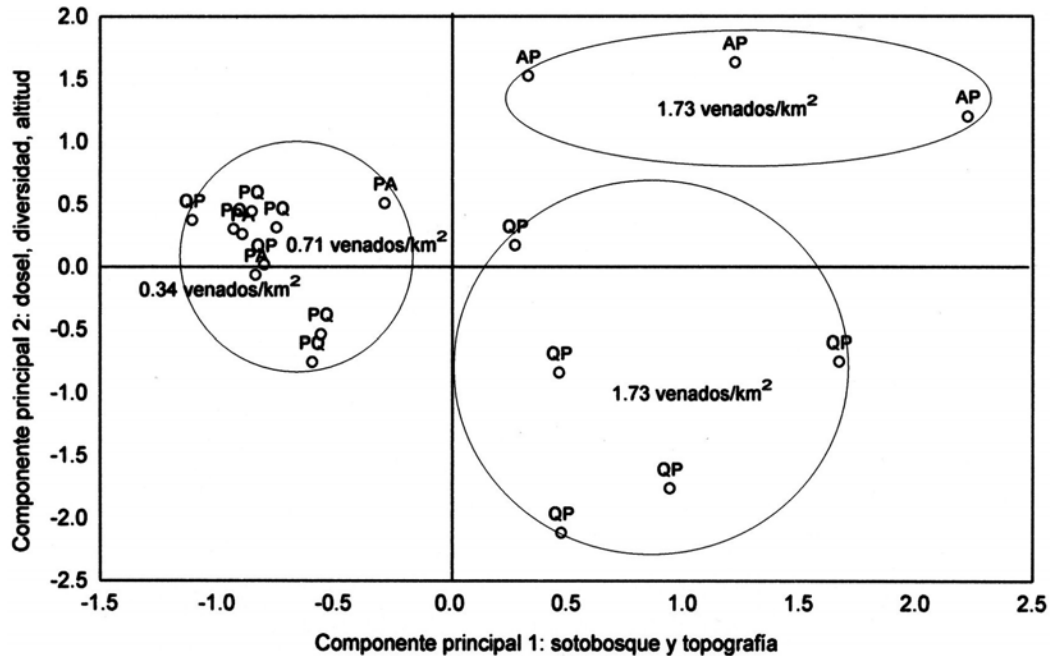


Figura 2

Posición de los transectos que representan a las asociaciones de vegetación: *Quercus-Pinus* (QP), *Pinus-Quercus* (PQ), *Pinus-Abies* (PA) y *Abies-Pinus* (AP), con relación a los componentes principales 1 y 2. Los círculos separan los transectos en tres grupos: QP con PA, AP y QP. Se presenta el valor de la densidad de venados/km<sup>2</sup> en cada asociación vegetal.

## DISCUSIÓN

### Densidad de venados y características de hábitat

La densidad del venado cola blanca en Pueblos Mancomunados fue baja, ya que contrasta al compararla con las densidades obtenidas en otros sitios similares en México. Aunque la densidad más alta estimada en este estudio fue en octubre: 3.15 venados/km<sup>2</sup>, lo que podría sugerir que quizá el promedio esté subestimado. El resultado de las estimaciones realizadas en las asociaciones: *Quercus-Pinus* (1.73 venados/km<sup>2</sup>), *Pinus-Quercus* (0.34 venados/km<sup>2</sup>), *Pinus-Abies* (0.71 venados/km<sup>2</sup>) y *Abies-Pinus* (1.73 venados/km<sup>2</sup>) fueron densidades menores que las estimadas con el mismo método y la misma tasa de defecación en otras regiones de bosque templado en México (Gallina 1990, Morales & Galindo-Leal 1987, Valenzuela 1991). La densidad de venado estimada en otra zona de la Sierra Norte de Oaxaca, resultó similar a la obtenida en este estudio aunque en

el otro estudio se utilizó el método de muestreo de huellas que se sabe que subestima (Galindo et al. 1985) (Cuadro 4).

**Cuadro 4**

Estimaciones de la densidad de población del venado cola blanca en diferentes bosques en México, obtenidos con los métodos de conteo de excretas (tasa de defecación = 12.7 grupos/individuo/día) y de huellas.

Hábitat	Lugar	Densidad: venados/km <sup>2</sup>	Método	Fuente
B. mixto	Durango, México	21 ± 2.7	Excretas	Gallina 1990
B. mixto	Durango, México	9.94	Excretas	Morales y Galindo-Leal 1987
B. mixto	Jalisco, México	4.83 ± 0.98	Excretas	Valenzuela 1991
B. mixto <sup>1</sup>	Sierra Norte, Oaxaca	4.8 ± 2.5	Huellas	Galindo et al. 1985
B. subtropical	Jalisco, México	14.5	Excretas	Zavala 1992
B. caducifolio	Jalisco, México	28.1 ± 3.8	Excretas	Mandujano 1992
B. mixto <sup>2</sup>	Sierra Norte, Oaxaca	1.13 ± 1.15	Excretas	Este trabajo

<sup>1</sup>Bosque mixto perturbado por un incendio. <sup>2</sup>Bosque mixto bajo aprovechamiento forestal.

Las bajas densidades que presenta esta especie en el área, pueden deberse a una combinación de factores relacionados con la disponibilidad de recursos, y condiciones de hábitat que incluyen la caza desmedida. En 1998 se presentó una "marcada" temporada de sequía que afectó gran parte de la República Mexicana. Como evidencia de ese fenómeno en el área, al inicio del estudio encontramos árboles jóvenes y arbustos secos. Por otra parte, la biomasa promedio que registramos en el periodo de estudio fue aproximadamente 80% menor que la encontrada en otro año pero durante la misma época en bosques templados del norte de México (Álvarez-Cárdenas 1995, Gallina 1993) (Cuadro 5).

**Cuadro 5**

Biomasa vegetal estimada en la época seca y de lluvias en bosques templados de México.

Hábitat	Lugar	Biomasa promedio (kg/ha)		Fuente
		época seca	Época de lluvias	
B. mixto	Sierra de la Laguna, B. C.	225	655	Álvarez-Cárdenas 1995
	La Michilía, Durango	297	603	Gallina 1990
	Sierra Norte, Oaxaca	50	77	Este trabajo

La densidad no resultó significativamente diferente entre las cuatro asociaciones de vegetación, sin embargo, los valores más altos de la densidad (1,73 venados/km<sup>2</sup>) se presentaron en las asociaciones de vegetación *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus*, en las cuales la cobertura y volumen de arbustos, así como la sinuosidad en el terreno fueron significativamente mayores que en las asociaciones *Pinus-Quercus* y *Pinus-Abies*. Los transectos localizados en la asociación vegetal *Abies-Pinus* se caracterizaron además por presentar un estrato arbóreo denso, diversidad vegetal alta y distancia corta a una fuente de agua permanente (153 m). Las especies arbustivas contribuyen de manera importante en la dieta del venado cola blanca (Galindo-Leal & Weber 1998, Gallina 1981), y proporcionan cobertura de protección afectando la visibilidad vertical, que lo protege del

hombre y los depredadores (Galindo-Leal & Weber 1998, Kroll 1992). Por su parte, el terreno accidentado es un elemento que favorece al venado para escapar de los depredadores. La disponibilidad de este conjunto de componentes del hábitat, fue relativamente mayor en las asociaciones *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus* que en *Pinus-Abies* y *Pinus-Quercus*.

Aunque la cacería no fue formalmente evaluada, la información obtenida indica que en Pueblos Mancomunados como en otras comunidades rurales, la cacería es una actividad con reglas y sanciones establecidas en las asambleas comunales; las cuales en la práctica no se cumplen adecuadamente (Galindo *et al.* 1985, Mandujano & Rico-Gray 1991, obs. pers.). Los criterios de caza asociados a las costumbres de aprovechamiento, no coinciden del todo con el calendario cinegético, el número de piezas a cobrar y la edad y sexo de los individuos. Los grupos de caza se integran de 3 hasta 34 cazadores, cuya edad varía de 15 a 60 años o más. La organización de los grupos de caza es regularmente por comunidad, cazan dentro o más allá de los límites territoriales y practican las arreadas en compañía de los perros. El venado cola blanca es uno de los vertebrados más frecuentemente cazados en las comunidades rurales (Naranjo *et al.* 2004). La cacería intensiva e indiscriminada es uno de los factores que ejercen presión sobre las poblaciones de esta especie (Mandujano & Rico-Gray 1991). La disminución en el tamaño de su población se ve reflejada en el esfuerzo empleado para su cacería (Holsworth 1973, naranjo *et al.* 2004), el cual de acuerdo con algunos cazadores en el área de estudio ha aumentado considerablemente.

Por otra parte, en Pueblos Mancomunados las especies susceptibles a mayor aprovechamiento forestal pertenecen a los géneros *Pinus*, seguido por *Quercus*, y en menor medida *Abies*. El aprovechamiento de estas especies está por debajo del volumen autorizado (Pueblos Mancomunados 1996), y la densidad de árboles en 100 m<sup>2</sup> fue similar entre las asociaciones vegetales (*Quercus-Pinus*:  $6.15 \pm 1.93$ , *Pinus-Quercus*:  $6.59 \pm 4.41$ , *Pinus-Abies*:  $5.11 \pm 1.37$  y *Abies-Pinus*:  $5.42 \pm 1.10$ ). Es probable que la extracción selectiva de árboles no esté afectando directamente a los venados. Sin embargo, la perturbación ocasionada por el tránsito de vehículos y personas, y el ruido producido durante el aprovechamiento forestal, es un factor que afecta la presencia de los venados. La actividad humana dentro o próxima al ámbito hogareño del venado puede provocar su desplazamiento fuera del mismo, al menos de manera temporal (Hood & Iglis 1974).

### **Implicaciones de manejo**

De este estudio surgen una serie de propuestas para el manejo del venado:

- 1) Establecer y respetar con responsabilidad una veda temporal (3-5 años) de toda la zona del Mancomún.
- 2) Establecer un programa de monitoreo a largo plazo que permita definir la tendencia poblacional.
- 3) Posterior a la veda, la cacería que se autorice o apruebe por la comunidad deberá restringirse a un periodo fijo que corresponda a los meses de diciembre a febrero y únicamente a los machos que presenten astas; de esta manera se garantiza que la mayoría de los machos que se aprovechen ya se hayan podido aparear con las hembras. Esta propuesta es la adecuada para las condiciones actuales de la población de venado en esta zona, la cual deberá ajustarse a las necesidades de manejo que surjan posteriormente.

- 4) Mantener el área de bosque de *Abies-Pinus* fuera del aprovechamiento forestal ya que dadas sus características de hábitat puede servir como área de protección para la especie.
- 5) Escoger un área en el bosque de *Quercus-Pinus* que pueda destinarse como área de protección para la especie, seleccionando las que tengan mayor cobertura de protección térmica, sotobosque adecuado, baja visibilidad vertical y terreno accidentado.
- 6) Constituir entre la comunidad un cuerpo de vigilancia que apoye la protección del recurso para su recuperación.
- 7) El manejo de hábitat de las zonas aledañas al área que se designe de protección, a través del fomento de especies herbáceas y arbustivas que se sabe son consumidas por el venado cola blanca en esta región, como son el *Senecio sp.*, *Monnina xalapensis* y algunas especies del género *Arctostaphylus* (Luna 2001).
- 8) De manera simultánea se deberán implementar talleres participativos en las comunidades de Pueblos Mancomunados, en los que se intercambie conocimiento sobre el recurso fauna, su uso tradicional y su aprovechamiento sostenido; esta actividad promoverá en las costumbres de caza una actitud a favor del aprovechamiento racional y sostenido.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de la tesis de maestría del primer autor, quien recibió una beca de maestría otorgada por el US Fish & Wildlife Service a través del Instituto de Ecología, A. C. El Sistema de Investigación Benito Juárez (SIBEJ) del Sistema Regional CONACYT otorgó una beca para la realización de la tesis. El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y La Coordinación General de estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Politécnico Nacional, proporcionaron apoyo económico al proyecto global. El centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN OAXACA) brindó apoyo logístico e infraestructura para la realización del trabajo. Las comunidades que integran Pueblos Mancomunados brindaron apoyo logístico durante las estancias de campo. El Sr. F. J. Vargas apoyó durante el trabajo de campo. J. Villarreal y M. Equihua revisaron el trabajo original de la tesis y M. Ojeda revisó el manuscrito final.

#### LITERATURA CITADA

- Álvarez-Cárdenas, S. 1995. Estudio poblacional y hábitat del venado bura *Odocoileus hemionus peninsulae* en la Sierra de La Laguna, B. C. S. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- Centro de Estudios para el Manejo Sustentable de los Recursos Naturales, S. C. (CEMASREN). 1998. Tipos de vegetación. Lachatao, Amatlán, Yavesía y anexos. Escala 1:25 000.
- Eberhardt, L. L. & R. C. Van Etten. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *J. Wildl. Manage.* 20: 70-74.
- Ezcurra, E. 1980. Una nota acerca de la diversidad. *Ecol. Arg.* 4:141-142.
- Ezcurra, E. & S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp. 79-108, In: Ffolliott, P. F. and S. Gallina (eds) *Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología, México, D. F.
- Galindo, J. R., M. de la Rosa, A. González, L. Snook & J. H. Shaw. 1985. Manejo forestal y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Macuilianguis, Oaxaca, México. Memorias del Primer Simposio Internacional de Fauna Silvestre. The Wildlife Society de México, A. C. y SEDUE. México, D. F.

- Galindo-Leal, C. & M. Weber.** 1998. *El Venado de la Sierra Madre Occidental: Ecología, Manejo y Conservación*. Edicusa-CONABIO. México. 272 pp.
- Gallina, S.** 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Pp. 79-108. In: P. F. Ffolliott and Sonia Gallina (eds.). *Deer Biology, Habitat Requirements and Management in Western North America*. Instituto de Ecología, México, D. F.
- \_\_\_\_\_. 1990. El venado cola blanca y su hábitat en La Michilía, Durango. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F.
- \_\_\_\_\_. 1993. Biomasa disponible y capacidad de carga en la reserva la Michilía, Durango. Pp. 437-453. In: R. A. Medellín y G. A. Ceballos (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.
- Gallina, S., A. Pérez-Arteaga & S. Mandujano.** 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. *Bol. Soc. Biol. Concepción Chile* 69:221-228.
- Griffith, B. & B. A. Youtie.** 1988. Two devices for estimating foliage density and deer hiding cover. *Wildl. Soc. Bull.* 16: 206-210.
- Holsworth W. N.** 1973. Hunting efficiency and white-tailed deer density. *J. Wildl. Manage.* 37:336-342.
- Hood R. E. & J. M. Inglis.** 1974. Behavioral responses of white-tailed deer to intensive ranching operations. *J. Wildl. Manag.* 38:488-498.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).** 1988. Atlas nacionales del medio físico de México. Escala 1:1 000 000.
- \_\_\_\_\_. 1990. Carta Topográfica. Villa Tlalixtac de Cabrera. Oaxaca. Escala: 1:50 000.
- \_\_\_\_\_. 1994. Carta Topográfica. Santa Catarina Ixtepeji. Oaxaca. Escala: 1:50 000.
- Kroll J. C.** 1992. *A Practical Guide to Producing and Harvesting White-Tailed Deer*. Institute of White-Tailed Deer Management and Research Center for Applied Studies in Forestry. Stephen F. Austin State University. Austin Tex.
- Luna, F.** 2001. Hábitos alimentarios del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la Sierra Norte del estado de Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
- Mandujano, S. & S. Gallina.** 1996. Size and composition of white-tailed deer groups in a tropical dry forest in Mexico. *Ethol. Ecol. & Evol.* 8:255-263.
- Mandujano, S. & V. Rico-Gray** 1991. Hunting, use, and knowledge of the biology of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus Hays*) by the Maya of Central Yucatan, Mexico. *J. Ethnobiol.* 11: 175-183.
- Morales, A. & C. Galindo-Leal.** 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, D. F. 333-337.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, N. Y. 547 pp.
- Naranjo E. J., M. M. Guerra, R. E. Bodmer & J. E. Bolaños.** 2004. Subsistence hunting by three ethnic groups of the Lacandon forest, Mexico. *J. Ethnobiol.* 24:233-253.
- Pechanec, J. F. & G. D., Pickford.** 1937. A weight estimate for determination of range or pasture production. *J. Ame. Soc. Agric.* 29:894-904.
- Pueblos Mancomunados.** 1996. Plan de desarrollo regional 1996-2000.
- Reyna, R.** 1997. Implementación de un criadero de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México.
- Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP).** 1997. Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural. 1a edición. 207 pp.

**Ortiz-Martínez et al.:** *Densidad y hábitat del venado cola blanca en Oaxaca*

**Valenzuela, D.** 1991. Estimación de la densidad y distribución de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, Rafinesque 1832) en el Bosque La Primavera, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara, Jalisco, México.

**Villarreal, J. G.** 1999. *Venado cola blanca: manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. 401 p.

**Zar, J. H.** 1996. *Biostatistical Analysis*. Third edition, Prentice-Hall. New Jersey, USA. 662 pp.

*Recibido: 16 de octubre 2004*

*Aceptado: 5 de agosto 2005*