

DIETA, POBLACION Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN DOS CONDICIONES DE HÁBITAT EN TLACHICHILA, ZACATECAS, MÉXICO

DIET, POPULATION AND CARRYING CAPACITY OF THE WHITE TAILED DEER (*Odocoileus virginianus*) UNDER TWO HABITAT CONDITIONS IN TLACHICHILA, ZACATECAS, MÉXICO

Navarro-Cardona, J.A.¹; Olmos-Oropeza, G.¹; Palacio-Núñez, J.¹; Clemente-Sánchez, F.^{1*}; Vital-García, C.²

¹Programa de posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Iturbide 73, Colonia San Agustín, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, 78620. ²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciencias Veterinarias, Anillo Envoltente Pronaf SN M101, Cd. Juárez, Chihuahua, 32310.

*Autor de correspondencia: clemente@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la capacidad de carga para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat y conocer la situación actual que guarda con la población de venado, se desarrolló un estudio dentro de un área conservada y otra perturbada por la agricultura en la UMA Sombrerillo, de la Sierra de El Laurel, en Tlachihila, Zacatecas, México. Se determinó el inventario florístico del área de estudio, la disponibilidad de materia seca (MS) especies de árboles, arbustos, herbáceas, pastos y cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y avena (*Avena sativa* L.). Se determinó la composición botánica de la dieta (CBD) del venado, la capacidad de carga en ambos hábitats, y la densidad de población de venado. Se registró una mayor ($p=0.0075$) disponibilidad de MS de biomasa en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$), y en el área fragmentada y conservada fue similar ($p>0.05$). Los pastos presentaron mayor ($p=0.0075$) cantidad de biomasa disponible que los árboles, arbustos y herbáceas. La CBD del venado consistió de 25 especies de 17 familias. Las de mayor frecuencia en la dieta fueron Asteraceae (7) y Fabaceae (3). La capacidad de carga en el área conservada durante el estiaje fue de 34.67 ha v^{-1} y de 38.40 ha v^{-1} para el área fragmentada. Para el caso de la época de lluvias en el área conservada, la capacidad de carga fue de 9.50 ha v^{-1} y de 7.47 ha v^{-1} en la fragmentada. Las densidades de población fueron similares ($p>0.05$) en el área conservada (0.0423 v ha^{-1}) y en la fragmentada (0.0392 v ha^{-1}), lo que dio una estimación de la población de 22 venados en el área conservada, y 14 en el área fragmentada. La densidad de venado no fue afectada por la fragmentación del hábitat ya que la capacidad de carga del hábitat tanto conservado como fragmentado durante la época de lluvias fue mayor a la población estimada.

Palabras clave: hábitat, perturbado, conservado, CBD, población.



ABSTRACT

With the objective of evaluating the carrying capacity for the white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) under two habitat conditions, and of understanding the current situation of the deer population, a study was developed inside a conserved area and another disturbed by agriculture in the Sombreretillo UMA, in Sierra de El Laurel, Tlachihila, Zacatecas, México. The floristic inventory of the study area was determined, as well as the availability of dry matter (DM), species of trees, shrubs, herbs and grasses, and maize (*Zea mays* L.) and oats (*Avena sativa* L.) crops. The botanical composition of the diet (BCD) of the deer, the carrying load in both habitats, and the population density of the deer were determined. A higher availability of DM was found ($p=0.0075$) in the rainy season ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$), and in the fragmented and conserved area it was similar ($p>0.05$). The grasses presented higher ($p=0.0075$) amount of biomass available than the trees, shrubs and herbs. The BCD of the deer consisted of 25 species from 17 families. Those most frequent in the diet were Asteraceae (7) and Fabaceae (3). The carrying capacity in the conserved area during the dry season was 34.67 ha v^{-1} and it was 38.40 ha v^{-1} for the fragmented area. For the case of the rainy season in the conserved area, the carrying capacity was 9.50 ha v^{-1} and in the fragmented area 7.47 ha v^{-1} . The population densities were similar ($p>0.05$) in the conserved area (0.0423 v ha^{-1}) and in the fragmented area (0.0392 v ha^{-1}), which gave a population estimation of 22 deer in the conserved area, and 14 in the fragmented area. The deer density was not affected by habitat fragmentation since the carrying capacity of the habitat, both conserved and fragmented, during the rainy season was higher than the population estimated.

Keywords: habitat, disturbed, conserved, BCD, population.

mente pueden ser consumidas por el venado. La presencia de cultivos en la fragmentación de hábitats ha demostrado ser de ayuda en la nutrición del venado, lo que puede resultar en alternativa para mejorar el hábitat e incrementar su capacidad de carga. En el presente trabajo se estudió la dieta del venado cola blanca y la disponibilidad de forraje, en un hábitat perturbado por la agricultura y otro conservado en la serranía de Tlachihila, Zacatecas, México, con el propósito de estimar la capacidad de carga para el venado y su relación con la población de venado actual en el área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre "Sombreretillo", la cual se localiza en la localidad de Tlachichila, de Nochistlán de Mejía, Zacatecas, México, en una superficie de 992.5 ha (Figura 1).

Forraje disponible

En junio y septiembre de 2016 en un hábitat fragmentado (362.90 ha) por actividades agrícolas se estimó la disponibilidad de forraje para el venado cola blanca abarcando la temporada de secas y la de lluvias, respectivamente. Simultáneamente la disponibilidad de forraje se determinó en un hábitat conservado (543.41 ha). En cada hábitat se seleccionaron cinco sitios al azar donde se trazaron cinco parcelas de $20 \times 20 \text{ m}$, y dentro de éstas, se ubicaron dos sub-parcelas de $5 \times 5 \text{ m}$ para estimar la biomasa disponible de árboles y arbustos; mientras que la biomasa aportada por pastos y herbáceas se estimó dentro de tres sub-parcelas de 1 m^2 en cada sitio, cortando las plantas al ras del suelo. Las cinco

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una especie muy aprovechada en México debido a su valor cinegético y consumo de carne. Tiene amplia distribución dentro del país con excepción de la Península de Baja California. Habita una gran variedad de ecosistemas que van desde bosques templados a selvas tropicales. En México existen 14 subespecies, de las cuales, *O. v. couesi* es la de mayor distribución. La disponibilidad cantidad y calidad del alimento es fundamental para su reproducción, con gran impacto en la supervivencia. La dieta ha sido estudiada en diferentes ecosistemas mostrando que en bosques templados consume el 55% de arbustos, 30% de árboles, 13% de hierbas y 2.0% de pastos. En ecosistemas sub-húmedos la tendencia sigue el mismo patrón de alimentación, siendo el venado mayormente consumidor de árboles, hierbas y arbustos, y en menor porcentaje los pastos. La fragmentación del hábitat para la agricultura y ganadería es uno de los problemas que más afecta a las poblaciones de fauna silvestre, y de manera particular el sobre-pastoreo por el ganado, provocando impactos negativos. Sin embargo, se ha demostrado que el pastoreo moderado de bovinos incrementa la diversidad y el valor nutritivo de las plantas que potencial-

parcelas dentro del área conservada correspondieron a un tipo de vegetación FBL (Q). En el área fragmentada, una de las cinco parcelas, se localizó en el tipo de vegetación Pi FBL (Q), mientras que tres parcelas estuvieron en Pi-Ehm y la otra en Mi-Pi. La biomasa aportada por arbustos y árboles se estimó con el método de Adelaide propuesto por Reyes (1989). Para lo cual se tomó una rama a la cual se le nominó como "unidad de mano", la cual se procuró fuera representativa en forma y densidad foliar para toda la planta. Con la unidad de mano se estimó el número de unidades de cada ejemplar de cada especie muestreada. Las muestras de biomasa de pastos, herbáceas y las unidades de mano de los árboles y arbustos se colocaron en bolsas de papel, se secaron en una estufa a temperatura de 55 °C hasta peso constante y se pesaron para obtener el peso seco de cada muestra.

Estimación de la composición botánica de la dieta (CBD)

Las especies vegetales para referencia histológica se recolectaron de septiembre a noviembre, se colocaron en prensa botánica y fueron secadas en estufa a 55 °C para ser identificadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Un total de 99 especies vegetales fueron recolectadas, y que correspondieron a 46 familias taxonómicas (Cuadro 1) y se incluyeron el maíz (*Zea mays*) y la avena (*Avena sativa*), las cuales se encontraron dentro del hábitat fragmentado. Para la elaboración de las laminillas de referencia se utilizó la técnica micro-histológica como la reportan Baumgartner y Martín (1939) y siguiendo el manual de micro-histología descrito por Peña y Habib (1980). El montaje de laminillas se hizo con solución Hoyer, que se preparó licuando 120 g de goma arábiga, 100 mL de agua destilada y 40 mL de glicerina.

La CBD se determinó a partir de la recolecta de grupos fecales de diciembre de 2016 y febrero de 2017, tanto dentro del hábitat fragmentado como dentro del conservado. Las muestras fecales se colocaron en bolsas de papel, se secaron a 60 °C en estufa por 48 horas, se molieron y tamizaron con malla del número 120 (0.12mm). Las laminillas se prepararon a partir de una alícuota de los grupos fecales tomada en cada una de las áreas de estudio. Para su montaje se siguió el mismo procedimiento empleado en las laminillas de referencia. En la estimación de la dieta se analizaron 180 campos tomados al azar (10 campos por laminilla) distribuidos en 18 laminillas (9 laminillas del área conservada y 9 de la fragmentada).

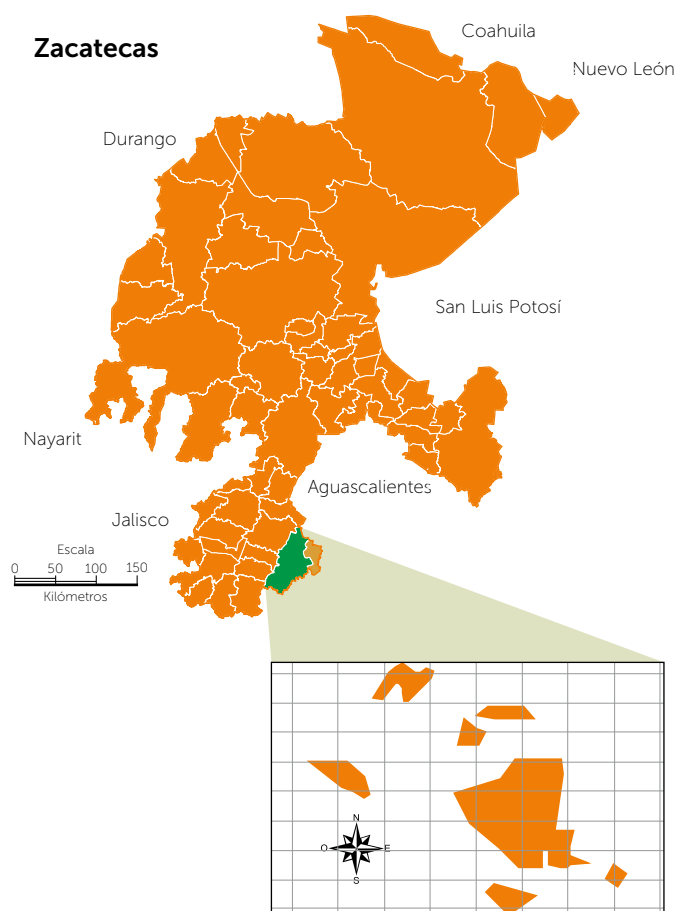


Figura 1. Localización de la Unidad de Manejo Para la Conservación y Aprovechamiento de Vida Silvestre (UMA) "Sombretillo", Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas, México.

La CBD del venado cola blanca se calculó basándose en el cuadro de frecuencias propuesto por Fracker y Brischle (1944). El trabajo se llevó a cabo en laboratorio del Colegio de Postgraduados-Campus San Luis Potosí, en un microscopio digital (LEICA DM 4000B), con ayuda del programa LEICA Application Suite V.3.7.0.

Determinación de la capacidad de carga

La capacidad de carga para el venado se determinó tomando en cuenta la superficie de la UMA Sombretillo, la biomasa disponible de árboles, arbustos, herbáceas y pastos, el peso promedio del venado, y el porcentaje de cada especie consumida en la dieta de acuerdo al modelo descrito por Holecheck *et al.* (1995):

$$K = \frac{(D)(0.35)(A)}{(PV)(CMS)(CP)}$$

Donde; K corresponde al valor de capacidad de carga, D es la disponibilidad de materia seca total o por estrato



Cuadro 1. Listado de las familias, especies y nombres comunes de las plantas localizadas en la UMA Sombretillo, en Tlachichila, Nochistlán de Mejía, Zacatecas.

Familia	Especie	Estrato	Familia	Especie	Estrato
Acanthaceae	<i>Dyschoriste hirsutissima</i>	Herbáceo	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	Herbáceo
Amaranthaceae	<i>Gomphrena serrata</i>	Herbáceo	Fabaceae	<i>Erythrina leptorhiza</i>	Arbóreo
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Herbáceo		<i>Phaseolus</i> sp.	Herbáceo
Apiaceae	<i>Rhodosciadium</i> sp	Herbáceo		<i>Ramirizella strobilophora</i>	Herbáceo
Apocynaceae	<i>Asclepia</i> sp.	Herbáceo		<i>Astragalus jalisciense</i>	Herbáceo
	<i>Asclepia linaria</i>	Herbáceo		<i>Trifolium amabile</i>	Herbáceo
Araliaceae	<i>Aralia humilis</i>	Arbustivo		<i>Acacia schafferi</i>	Arbóreo
Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	Herbáceo		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
Asteraceae	<i>Piquieria trinervia</i>	Herbáceo		<i>Crotalaria pumila</i>	Herbáceo
	<i>Tagetes lunalata</i>	Herbáceo		<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Arbustivo
	<i>Laennecia filaginoide</i>	Herbáceo	<i>Mimosa monansitra</i>	Arbustivo	
	<i>Stevia serrata</i>	Herbáceo	Fagaceae	<i>Quercus praeco</i>	Arbóreo
	<i>Ageratum corymbosum</i>	Herbáceo		<i>Quercus resinosa</i>	Arbóreo
	<i>Odontotrichum sinatum</i>	Herbáceo		<i>Quercus eduardi</i>	Arbóreo
	<i>Cosmos</i> sp.	Herbáceo		<i>Quercus chihuahuensis</i>	Arbóreo
	<i>Sinclairia palmeri</i>	Herbáceo	Gentianaceae	<i>Gentiana</i> sp.	Herbáceo
	<i>Zinnia peruviana</i>	Herbáceo		<i>Geranium mexicanum</i>	Herbáceo
	<i>Psacalium megaphyllum</i>	Herbáceo	Lamiaceae	<i>Salvia prunelloides</i>	Herbáceo
	<i>Conyza sopherifolia</i>	Herbáceo	Loganiaceae	<i>Budleia sessiliflora</i>	Arbustivo
	<i>Piqueria</i> sp.	Herbáceo	Loranthaceae	<i>Phoradendron</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis heterophylla</i>	Arbustivo	Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	Herbáceo
	<i>Cosmos scabiosoides</i>	Herbáceo	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Herbáceo
	<i>Iostephane heterophylla</i>	Herbáceo	Oleaceae	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Arbustivo
	<i>Cirsium anartiolois</i>	Herbáceo	Ophioglossaceae	<i>Ophioglossum</i> sp.	Herbáceo
	<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis</i> sp.	Arbustivo		<i>Oxalis corniculata</i>	Herbáceo
	<i>Stevia lucida</i>	Herbáceo	Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Herbáceo
	<i>Bacharis</i> sp.	Arbustivo	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i> sp.	Herbáceo
<i>Stevia viscida</i>	Herbáceo	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Gramínea	
<i>Gnaphalium americanum</i>	Herbáceo		<i>Zea mays</i>	Gramínea	
<i>Dahlia coccinia</i>	Herbáceo		<i>Bromus</i> sp.	Gramínea	
<i>Brickellia</i> sp.	Herbáceo	Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Herbáceo	
<i>Pericalia sessiflora</i>	Herbáceo	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	Herbáceo	
<i>Tagetes micrantha</i>	Herbáceo	Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i> sp.	Herbáceo	
<i>Sencio</i> sp.	Herbáceo	Rosaceae	<i>Lachemilla sibbaldifolia</i>	Herbáceo	
Begoniaceae	<i>Begonia balmisiana balbis</i>		<i>Prunus capuli</i>	Arbóreo	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	Herbáceo	Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	Herbáceo
	<i>Tillandsia</i> sp.	Herbáceo	Rutaceae	<i>Ptelea trifoliata</i>	Herbáceo
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i>	Arbustivo	Sapindaceae	<i>Dodonea viscosa</i>	Arbustivo
Cactaceae	<i>Opuntia jalisciencis</i>	Arbustivo	Scrophulariaceae	<i>Buddleia parviflora</i>	Arbustivo
	<i>Opuntia cabena</i>	Arbustivo		<i>Penstemon barbatus</i>	Herbáceo
Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	Herbáceo		<i>Buddleia cordata</i>	Arbustivo
Caprifoliaceae	<i>Valeriana</i> sp.	Herbáceo	Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.	Herbáceo
Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	Herbáceo	Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i>	Herbáceo
Cistaceae	<i>Helianthemum glomeratum</i>	Herbáceo		<i>Solanum nigrescens</i>	Herbáceo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea capillacea</i>	Herbáceo		<i>Cestrum</i> sp.	Herbáceo
	<i>Ipomoea stans</i>	Herbáceo	Umbelliferae	<i>Eryngium heterophyllum</i>	Herbáceo
	<i>Ipomoea madrensis</i>	Herbáceo		Verbenaceae	<i>Verbena elegans</i>
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Arbustivo	<i>Verbena</i> sp.		Herbáceo
	<i>Arbutus xalapensis</i>	Arbustivo			

vegetal (kg/ha), 0.35 el porcentaje de utilización del forraje, A es el área de estudio, PV el peso vivo del venado (60 kg), CMS es el consumo de materia seca (% de PV), y CP el ciclo de pastoreo (365 días).

Estimación de la densidad de población

La densidad de población de venado cola blanca se obtuvo en cada uno de los dos hábitats estudiados utilizando el método indirecto de conteo de grupos fecales (Gallina y Ezcurra, 1981). Los grupos fecales se contaron en 20 parcelas de 10×10 m establecidas al azar en septiembre de 2016. Los conteos se llevaron a cabo en diciembre 2016, y en febrero y octubre de 2017, comprendiendo un periodo de 399 días entre el primero y último muestreo. Se analizaron un total de 104 grupos fecales durante los tres meses de muestreo; 54 en el área conservada, y 50 en el área fragmentada. La tasa de defecación del venado cola blanca se obtuvo a partir de los contenidos de fibra detergente neutro (FND) y de fibra detergente ácido (FDA) de los grupos fecales recolectados en las área conservada y fragmentada. Estas determinaciones se realizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Zacatecas, siguiendo las técnicas propuestas por Van Soest *et al.* (1991), y utilizando un analizador de fibra Ankom. La tasa de defecación se obtuvo sustituyendo los valores de FDN y FDA en el modelo construido por Vega (2014) para la estación de invierno:

$$TD = 7.82939 - [0.02667(FDN)] + [0.17309(FDA)]$$

Donde; TD es la tasa de defecación, FDN es el porcentaje de la fibra detergente neutro y FDA el porcentaje de fibra detergente ácido obtenido en la muestra de los grupos fecales. La tasa estimada se aplicó en el modelo descrito por Clemente y Tarango (2007) para el cálculo de la densidad de población:

$$D_p = \frac{\frac{(\text{Total grupos fecales}) (\text{Total del área de estudio})}{(\text{Total de área muestreada}) (\text{Tasa de defecación})}}{\text{Total del área de estudio}}$$

Los valores utilizados en el modelo fueron el número total de grupos fecales en cada parcela, tanto para el área conservada como para el área fragmentada; un periodo de muestreo de 399 días; una superficie de 543.4 ha para el área conservada y 362.9 ha para la fragmentada.

Análisis estadístico

Los datos de disponibilidad de biomasa se analizaron mediante el modelo estadístico:

$$Y = \mu + E_i + A_j + ES_k + E A_{ij} + E ES_{ik} + A ES_{jk} + E A ES_{ijk} + ERROR_{m(ijk)}$$

Donde; Y representa la variable dependiente, μ la media general, E_i el efecto de época (1 g.l.), A_j el efecto de área (1 g.l.), ES_k el aporte por estrato (3 g.l.), $E A_{ij}$ es la interacción de la época por área (1 g.l.), $E ES_{ik}$ es la interacción de

la época por los estratos (3 g.l.), $A ES_{jk}$ es la interacción del área por los estratos (3 g.l.), $E A ES_{ijk}$ es la interacción de la época por área por estrato (3 g.l.) y $ERROR_{m(ijk)}$ es el error experimental (64 g.l.). Los análisis de varianza se realizaron con la ayuda de SAS (2017), utilizando el procedimiento PROC GLM y comparación de medias por Tukey (Steel & Torrie, 1985).

La diversidad de las especies vegetales en la dieta del venado cola blanca en el área conservada y fragmentada se estimó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (1948).

$$H' = -\sum (P_i \times \log P_i)$$

Dónde; H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener y P_i = Frecuencia relativa de cada especie en la dieta.

El grado de similitud de la composición botánica de la dieta entre el área conservada y la fragmentada se obtuvo mediante el índice Kruger (1972) y Kulcynky:

$$IS = a + b + c + \dots + n$$

Donde IS = índice de similitud, $a + b + c + \dots + n$ = suma de los porcentajes de cada componente de la dieta, considerándose el valor más bajo en ambas dietas. Si el valor llega a 100% significa que la dieta es similar.

Los datos de densidad de población de venado cola blanca obtenidos en el área fragmentada y la conservada se analizaron mediante una prueba de T ($p \leq 0.05$), asumiendo varianzas desiguales; el análisis estadístico se realizó en el programa InfoStat V.17/11/2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa disponible

Se registró mayor ($p=0.0075$) disponibilidad de Materia Seca (MS) de biomasa en la época de lluvias ($1213.2 \text{ Kg ha}^{-1}$) que en la época seca (645.2 Kg ha^{-1}); sin embargo, en el área fragmentada y conservada fue similar ($p>0.05$). Los pastos presentaron mayor ($p=0.0075$) cantidad de biomasa disponible para el venado que los árboles, arbustos y herbáceas (debido a su altura de ramoneo), y en el aporte de estos últimos estratos no se encontraron diferencias ($p>0.05$) (Cuadro 2).

Composición botánica de la dieta (CBD)

La CBD del venado consistió de 25 especies pertenecientes a 17 familias. Las de mayor aparición en la dieta fueron Asteraceae (7) y Fabaceae (3). En el área fragmentada el estrato herbáceo representó el mayor porcentaje (70.8%), arbustivas (12.5%), árboles (8.3%) y gramíneas (8.3%). En el área conservada, la dieta también estuvo compuesta por un mayor porcentaje de herbácea (80%), seguido de arbustos (10%) y en menor proporción, árboles (5%) y gramíneas (5%) (Cuadro 3). En el área fragmentada, las especies con mayor porcentaje de aparición fueron *Avena sativa* con 21.23%, *Euphorbia graminea* 18.49% y *Arctostaphylos pungens* 12.16%; mientras que, en el área conservada, se encontraron las mismas especies en porcentajes de *E. graminea* con 20.17%, *A. sativa* con 17.99% y *A. pungens* 14.09 % (Cuadro 3).

La diversidad de la dieta fue mayor en el área fragmentada ($H'=0.30$) que en la conservada ($H'=0.26$). La CBD en el área fragmentada y en la conservada fueron similares en un 83.3% (IS).

Cuadro 2. Biomasa de MS disponible para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) de árboles, arbustos, hierbas y pastos, en la época seca y de lluvias en un área conservada y una fragmentada en la UMA Sombreretillo, Zacatecas, México.

	Disponibilidad de MS de biomasa, kg ha^{-1}				Total
	Árboles	Arbustivas	Hierbas	Pastos	
Época Seca					
Conservada	1.2 ^b	43.1 ^b	36.7 ^b	612.0 ^a	693.0 ¹
Fragmentada	0.9 ^b	14.8 ^b	11.0 ^b	570.0 ^a	596.7 ¹
Época de Lluvias					
Conservada	2.3 ^b	19.3 ^b	251.3 ^b	546.7 ^a	819.6 ²
Fragmentada	1.7 ^b	36.5 ^b	252.7 ^b	1316.0 ^a	1606.9 ³

^{1,2,3} Medias en la columna con símbolo distinto son diferentes ($p\leq 0.05$)

^{a,b} Medias en una misma fila con distinta literal son diferentes ($p\leq 0.05$)

Cuadro 3. Especies vegetales que conformaron la dieta (%) del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un área fragmentada y otra conservada en la UMA Sombreretillo, Zacatecas, México.

Estrato vegetal	Familia	Especie	Porcentajes en CBD	
			Área fragmentada (%)	Área conservada (%)
Herbáceo	Apocynaceae	<i>Asclepias linaria</i>	7.17	3.11
Herbáceo	Asparagaceae	<i>Milla bilfora</i>	0.24	0.54
Arbustivo	Asteraceae	<i>Bacharis heterophylla</i>	0.97	0.0
Arbustivo		<i>Bacharis sp.</i>	1.73	1.94
Herbáceo		<i>Tagetes micrantha</i>	2.51	1.94
Herbáceo		<i>Conyza sophiifolia</i>	0.0	0.81
Herbáceo		<i>Gnaphalium americanum</i>	1.22	0.27
Herbáceo		<i>Stevia lucida</i>	0.24	0.0
Herbáceo		<i>Lostephane heterophylla</i>	0.73	0.0
Herbáceo		Bromeliaceae	<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	3.04
Herbáceo	Campanulaceae	<i>Lobelia fenestralis</i>	5.61	5.96
Herbáceo	Caryophyllaceae	<i>Drymaria glandulosa</i>	0.73	1.08
Herbáceo	Convolvulaceae	<i>Ipomoea stans</i>	6.56	5.30
Arbustivo	Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i>	12.16	14.09
Herbáceo	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia graminea</i>	18.49	20.17
Herbáceo	Fabaceae	<i>Phaseolus sp.</i>	6.85	4.98
Herbáceo		<i>Ramirizella strobilophora</i>	0.24	0.27
Arbóreo	Fagaceae	<i>Quercus resinosa</i>	0.97	6.64
Herbáceo	Lythraceae	<i>Cuphea jorullensis</i>	0.73	1.65
Gramínea	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	21.23	17.99
Gramínea		<i>Zea mays</i>	0.97	0.0
Herbáceo	Pteridaceae	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	0.73	2.82
Herbáceo	Rubiaceae	<i>Crusea wrightii</i>	0.48	1.94
Herbáceo	Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	5.92	7.69
Arbóreo	Fabaceae	<i>Acacia schafferi</i>	0.48	0.00
Totales			100.00	100.00

Capacidad de carga

Considerando los porcentajes de forraje en la dieta del venado cola blanca y la biomasa disponible para el venado, la capacidad de carga en el área conservada durante la época seca fue de 34.67 ha v⁻¹ (15.96 venados en 543.41 ha), y de 38.40 ha v⁻¹ (9.45 venados en 362.9 ha) para el área fragmentada. Para el caso de la época de lluvias en el área conservada, la capacidad de carga fue de 9.50 ha v⁻¹ (57.17 venados en 543.41 ha), y de 7.47 ha v⁻¹ (48.53 venados en 362.9 ha) en la fragmentada (Cuadro 4).

Densidad de población

En el área conservada el mayor número de grupos fecales se registró en el mes de diciembre de 2016 (21) y febrero de 2017 y el más bajo en octubre de 2017 (14). En el área fragmentada el mayor número de grupos fecales se registró en diciembre de 2016 (19) y febrero de 2017 (18) y el más bajo en octubre de 2017 (13).

Tasa de defecación

Los resultados del análisis de fibras en las heces fueron 69.7% de FDN en promedio, y 57.9% de FDA. Con los porcentajes de fibras aplicados al modelo para la estación de invierno la tasa de defecación fue de 16 grupos fecales por venado por día, la cual fue aplicada en la estimación de la densidad de población, tanto para el área conservada como para la fragmentada. Las densidades de población fueron similares ($p > 0.05$) en el área conservada (0.0423 v ha⁻¹) y en la fragmentada (0.0392 v ha⁻¹), lo que dio una estimación de la población de 22 venados en el área conservada, y 14 para en el área fragmentada, población (36 venados) que hace uso de ambas áreas.

La mayor disponibilidad de biomasa en la época de lluvias (1213.2 Kg ha⁻¹) comparada con la época seca (645.2 Kg ha⁻¹) se debió a que en la época de lluvias existen mejores condiciones de humedad y temperatura que favorece el crecimiento de las plantas (Fulbright y Ortega, 2007). En bosques templados con un grado de fragmentación, el estrato vegetal representado por los pastos es abundante (INEGI, 1973), esto se constató en el área de estudio, donde los pastos aportaron la mayor

cantidad de biomasa en todos los casos, lo que fue especialmente evidente en el área fragmentada en época de lluvias, donde se obtuvo un valor (1316 kg ha⁻¹) de más del doble que en la conservada (547 kg ha⁻¹). Sin embargo, en el área conservada en la época seca se encontró un valor mayor (612 kg ha⁻¹) que en la fragmentada (570 kg ha⁻¹). En diferentes tipos de boque, la producción de forraje es diferente, siendo mayor el aportado por herbáceas en comparación con los arbustos tanto en época seca como durante lluvias (Rojas, 2004). En Sierra Fría, Aguascalientes Clemente (1984) reportó resultados similares a los de este trabajo. El venado cola blanca es una especie ramoneadora y selectiva, de manera tal que la composición botánica de su dieta es diversa (Gallina et al., 1993; Ramírez, 2004; Arceo et al., 2005; López et al., 2012; Aguilera et al., 2013; Vázquez, 2014). En la UMA de estudio, 25 especies (25.3 %) conformaron la dieta del venado cola blanca.

Si bien, el número de especies en la dieta fue mayor al reportado por Clemente (1984), el porcentaje de las especies consumidas fue mayor (61%) al encontrado en el presente estudio. En este trabajo, la dieta más diversa (24 especies) se registró en el área fragmentada, con índice de Shannon H' = 0.30,

contra 20 especies (H' = 0.26) en el área conservada; sin embargo, el índice de similitud (IS) mostró que fueron similares en un 83%. Con base en la información de Vavra (2005) en la dieta del venado influyó el consumo de avena y maíz presentes en el área fragmentada. Al respecto, los venados pueden dejar su dieta habitual para consumir especies disponibles en la agricultura, que contienen mayor valor nutricional (Dostaler, 2011; Crider, 2015). En diversos estudios se ha demostrado que los venados cola blanca prefieren las plantas de los estratos herbáceo y arbustivo (Kie et al., 1980; Vangilder et al., 1982; Quintanilla, 1989) Gallina, 1993; Clemente, 1984; Kobelkowsky, 2000; Plata, 2011; Aguilera 2012; López et al., 2012). Esto se corroboró para la UMA Sombrerete, donde las herbáceas fueron el estrato vegetal más consumido en las áreas fragmentada (70.8%) y conservada (80.0%), seguidos de los arbustos y los árboles, mientras que las gramíneas fueron poco consumidas. El venado cola blanca prefiere especies vegetales con

Cuadro 4. Capacidad de carga en un hábitat conservado y otro perturbado en época seca y de lluvias, considerando la MS de biomasa (kg ha⁻¹) de acuerdo a los porcentajes que las especies de plantas representaron en la dieta en la UMA Sombrerete, Zacatecas, México.

Capacidad de carga	Total de venados	ha v ⁻¹
Época Seca		
Hábitat Conservado (543.4 ha)	15.96	34.67
Hábitat Fragmentado (362.9 ha)	9.45	38.40
Época de Lluvias		
Hábitat Conservado (543.4 ha)	57.17	9.50
Hábitat Fragmentado (362.9 ha)	48.53	7.47



alto contenido de proteína, menor cantidad de fibra y evitan las de baja digestibilidad; algunos estudios demuestran que aunque exista buena cantidad de pastos, estos son consumidos en baja proporción (Hanley, 1982; Clemente, 1984; Henke *et al.*, 1988).

La densidad de población de venado cola blanca se ha estimado a partir de la tasa de defecación por similitud de hábitat, lo que conlleva un sesgo que generalmente produce una sobre estimación de la población de venado cola blanca (Bennett *et al.*, 1940; Neff, 1966; Mandujano y Gallina, 1995; Clemente y Tarango, 2007). La fluctuación de estas tasas a través de las estaciones del año se debe a las variaciones en los contenidos de fibra de la dieta que consume el venado (Mautz, 1971; Rogers, 1987; Portillo *et al.*, Vega, 2014). En la mayoría de los estudios de densidad de venado cola blanca que se realizan mediante el método de conteo de grupos fecales se utiliza la ecuación descrita por Eberhardt y Van Etten (1956), la cual establece una tasa de defecación de 12.7 grupos fecales por individuo por día. Sin embargo, utilizar esta tasa puede crear sesgos en los resultados de la densidad, ya que autores como Pérez (2004) y Clemente (2005) sugieren que para cada estudio se establezca una tasa de defecación obtenida en el área de estudio, ya que ésta varía por diferentes factores, tales como las condiciones del hábitat, disponibilidad de alimento, tipo de forraje y variaciones climáticas. De esta manera, Pérez (2004) registró en Puebla, México una tasa de defecación de 17 grupos fecales por individuo por día. Por su parte, Vega (2014) encontró que la tasa de defecación cambia en función de los contenidos de FDN y FDA en las

heces del venado cola blanca como un reflejo de las condiciones climáticas de la estación.

Determinar la capacidad de carga adecuada es la decisión de manejo más importante, más aún si el propósito es manejar una ganadería diversificada (Holechek, 2000), ya que al estimar la CBD de una especie de interés se conoce más a profundidad el uso puntual que hace de su hábitat (Lacca y Demment, 1996; Pelliza Sbriller *et al.*, 1997; Gonzáles y Améndola, 2010). La población en el área de estudio resultó con valores inferiores (cerca de 50%) a la capacidad de carga para la época de lluvias, esto sugiere que la población deba ser ajustada de acuerdo a la capacidad de carga obtenida en la época seca a fin de garantizar la supervivencia de la población por un largo periodo de tiempo. Destaca que los cultivos agrícolas formaron parte importante de la dieta del venado por su disponibilidad en invierno por lo que se recomienda establecer áreas con estos cultivos que permanezcan disponibles para el venado al menos durante la época seca, con esto se incrementaría la capacidad de carga en la época seca.

CONCLUSIONES

La mayor biomasa vegetal disponible para el venado cola blanca en la UMA Sombrerete se presentó en el área fragmentada en la época de lluvias; en la época seca fue mayor en la conservada. La dieta del venado cola blanca fue similar en ambas áreas, y estuvo compuesta en primer lugar por herbáceas seguida de arbustivas, y arbóreas y pastos fueron los menos consumidos. La densidad de venado no fue afectada por la fragmentación del hábitat ya que su densidad fue similar en el área conservada y fragmentada. La capacidad de carga del hábitat tanto conservado como fragmentado durante la época de lluvias fue mayor a la población estimada.

LITERATURA CITADA

- Aguilera-Reyes U., Sánchez-Cordero V., Ramírez-Pulido J., Monroy-Vilchis O., García-López G. I., Janczur M. 2013. Hábitos alimentarios del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Artiodactyla: Cervidae) en el Parque Natural Sierra Nanchititla, Estado de México. *Biología Tropical*, 61(1), 243-253.
- Allison C. D., Bender L. C. 2017. *Grazing and Biodiversity*. College of Agricultural, New Mexico State University. Consumer and Environmental Sciences, Las Cruces, NM. P. 12.
- Arceo G., Mandujano S., Gallina S., Pérez J.L.A. 2005. Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69(2), 159-168.
- Bennett L.J., English P. F., McCain R. 1940. A study of deer populations by use of pellet group counts. *The Journal of Wildlife Management*, 4(4), 398-403.
- Clemente-Sánchez F. 1984. Utilización de la vegetación nativa en la alimentación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Hays) en el estado de Aguascalientes. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Chapingo, Texcoco, Estado de México, México.
- Crider B.L., Fulbrigh T. E., Hewitt D. G., Deyoung C. A., Priesmeyer W. J., Echols K. N., Draeger D. 2015. Influence of white-tailed deer population density on vegetation standing crop in a semiarid environment. *The Journal of Wildlife Management*, 79(3), 413-424.
- Dostaler S., Ouellet J.-P., Therrien J.-F., Coté S.D. 2011. Are feeding preferences of white-tailed deer related to plant constituents? *The Journal of Wildlife Management*, 75(4), 913-918.
- Eberhardt L., Van Etten R. C. 1956. Evaluation of the Pellet Group Count as a Deer Census Method. *The Journal of Wildlife Management*, 20(1), 70-74.
- Ezcurra E., Gallina S. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in northwestern Mexico. Veracruz, México: P.F. Ffolliott, S. Gallina (Eds.). *Deer biology, habitat*

- requirements, and management in Western North America. Instituto de Ecología, México. pp. 78-108.
- Fulbright T.E., Ortega S., J.A. 2007. Ecología y manejo de venado cola blanca. Texas: A&M University Press, College Station.
- Gallina S. 1993. White-tailed deer and cattle diets at La Michilia Durango, México. *Journal of Range Management*, 46, 487-492.
- Gallina-Tessaro S. 2011. Técnicas para conocer la dieta. En S. Gallina-Tessaro, & C. López-González (Eds.), *Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación* (p. 215). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Granados D., Tarango L., Olmos G., Palacio J., Fernando C., Mendoza G. 2014. Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 699-714.
- González E. A., Améndola M.R.D. 2010. Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. Edo de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hanley T.A. 1982. The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*, 35(2), 146-151.
- Henke S.E., Demarais S., Pfister J. A. 1988. Digestive capacity and diets of white-tailed deer and exotic ruminants. *The Journal of Wildlife Management*, 54(4), 595-598.
- Holechek J. L., Cole R. A., Fisher J. T., Valdez R. 2000. *Natural Resources*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. p.335.
- Holechek J., Pieper R., Herbel C. 1995. *Range management principles and practices*. Englewood: Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Kobelkowsky S.R. 2000. Evaluación de hábitat y estructura de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región central de la Sierra Fria, Aguascalientes. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo de México.
- Kruger W. 1972. Evaluating animal forage preference. *Journal of Range Management*, 25(6), 471-475.
- Lacca E., Demment W. 1996. Foraging strategies of grazing animals. En J. Hodgson, & A. W. Illius (Eds). *The ecology and management of grazing systems* (pp 137-155). Wallingford: CAB International.
- López-Pérez E., Serrano-Aspeitia N., Aguilar-Valdés B.C., Herrera-Corredor A. 2012. Composición nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus*) en Pitzotlán, Morelos. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(2), 219-229.
- López-Tellez E.A. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 23(3), 1-16.
- Mandujano S., Gallina S. 1993. Densidad de venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 56, 1-37.
- Mautz W.W. 1971. Confinement effects on dry-matter digestibility coefficients displayed by deer. *The Journal of Wildlife Management*, 35 (2), 366-368.
- Medina T.S.M., García-Moya E., Márquez-Olivas M., Romero-Manzanares A., Martínez-Menes M. 2008. Factores que influyen en el uso de hábitat por el venado cola blanca en la Sierra del Laurel, Aguascaliente, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3), 191-212.
- Milchunas D., Lauenroth W., Burk I. 1998. Livestock grazing: animal and plant biodiversity of shortgrass steppe and the relationship to ecosystem function. *Oikos*, 83(1), 65-74.
- Neff D.J. 1966. A determination of defecation rate of elk. *The Journal of Wildlife Management*, 29(2), 406-407.
- Pelliza S.A., Willems P.N. V., Manero V., Somlo R. 1997. Atlas dietario de herbívoros patagónicos. Bariloche, Argentina: INTA-GTZ EEA.
- Peña-Neira J.M., Habib de Peña R. 1980. La técnica microhistológica: un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Serie Tecno-Científica*, 1(6), 5-9.
- Pérez-Mejía S., Mandujano S., Martínez-Romero L.E. 2004. Tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en cautividad en Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 20(3), 167-170.
- Plata F., Mendonza G., Viccon J., Bárcena R., Clemente F. 2011. Comparación de métodos basados en los requerimientos nutricionales y disponibilidad de biomasa para estimar la capacidad de carga para venado cola blanca. *Archivos de Medicina veterinaria*, 43(1) 41-50.
- Portillo R.H. O., Hernández J., Elvitt F., Leiva F., Matínez I. 2010. Estimación de la tasa de defecación del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautividad en Honduras. *Revista Mesomericana*, 14(1), 55-57.
- Ramírez-Lozano R.G. 2004. Ecología y generalidades del venado cola blanca. En *Nutrición del venado cola blanca* (p. 13). Monterrey, Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rojas-Rincón S. 2004. Capacidad de carga para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus* Gmelin, 1788) en la estación forestal experimental Zoquiapan, Estado de México. Tesis de maestría en ciencias. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales.
- Rogers L.L. 1987. Seasonal changes in defecation rates of free-ranging white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 51(2), 330-333.
- Santos T., Tellería J. 2012. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 3-12.
- Shannon C. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Vásquez F.Y. 2014. Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región de La Cañada, Oaxaca. Tesis de maestría en ciencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.
- Van-Soest P., Robertson J., Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-97.
- Vega H.D.M. 2014. Tasa de defecación en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) a partir de del contenido de fibra en heces. Tesis de maestría en ciencias. Montecillo, Texcoco, Estado de México: Colegio de Postgraduados.