

DISTANCIA RADIAL AL AGUA, COBERTURA DE ESCAPE E INDICIOS DE COYOTE (*Canis latrans*), ASOCIADOS A LA PRESENCIA DEL VENADO COLABLANCA (*Odocoileus virginianus*).

RADIAL DISTANCE FROM WATER SOURCES, HIDING COVER AND COYOTE (*Canis latrans*) SIGNS ASSOCIATED WITH THE PRESENCE OF WHITE-TAILED DEER (*Odocoileus virginianus*)

Oscar A. Villarreal-Espino-Barros¹; Fernando X. Plata-Pérez²¹; Germán D. Mendoza-Martínez²; José A. Martínez-García²; Pedro A. Hernández-García²; José L. Arcos-García³.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 4 sur 304, Colonia Centro, Tecamachalco, Puebla, México. C. P. 75480.

²Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana. Calzada del hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, México. C. P. 04970. Tel. 525554837000 ext. 3109, fax 525554837238. (Autor para correspondencia) Correo-e: ppfx2221@correo.xoc.uam.mx

³Zootecnia, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Campus Puerto Escondido. Ciudad Universitaria, Mixtepec, Oaxaca, México. C. P. 71980.

RESUMEN

El efecto de la distancia radial al agua (DRA) sobre el volumen vegetal, la cobertura de escape (CE) y la presencia del venado cola blanca, se evaluó. El trabajo se realizó en el estado de Puebla, México. Cinco áreas con una DRA menor a 800 m, cuatro entre 800-1,600 y cuatro mayores a 1,600 m, fueron seleccionadas utilizando un modelo completamente al azar. El volumen vegetal se estimó en estas áreas y fueron el punto de inicio de transectos en los cuales se estimó la CE y el número de grupos fecales (GFs) de venado cola blanca y coyote. Los GFs de venado cola blanca aumentaron conforme aumentaba la DRA (Tukey; $P < 0.05$) mientras que los de coyote se mantuvieron dentro de los 800 m de radio ($X^2 = 0.004$). La DRA no afectó la CE (Tukey; $P > 0.05$). La relación entre la DRA, CE y GFs, se estableció con un análisis de regresión de Poisson y un polinomial. La regresión de Poisson mostró que la DRA y la CE modifican significativamente (X^2 ; $P < 0.0004$ y $P < 0.0001$) el número de GFs. La ecuación polinomial mostró que la CE tiene buena correlación ($R^2 = 0.72$) con los GFs.

Recibido: 21 de enero, 2011
Aceptado: 24 de febrero, 2012
doi:10.5154/r.rchscfa.2011.01.012
<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE:

Fauna silvestre, cérvidos, hábitat, densidad vegetal.

ABSTRACT

The effect of radial distance from water sources (RDW) on plant volume, hiding cover (HC) and the presence of white-tailed deer was assessed. The study was conducted in the state of Puebla, Mexico. Stratified random sampling was used to select five areas with a RDW of less than 800 m, four between 800-1,600 m and four greater than 1,600 m. Plant volume was estimated in these areas and they were the starting point of transects in which HC and the number of white-tailed deer and coyote fecal pellet groups (PGs) were estimated. The number of white-tailed deer PGs increased as the RDW increased (Tukey; $P < 0.05$), while coyote PGs remained within the 800-m radius ($X^2 = 0.004$). The RDW did not affect HC (Tukey, $P > 0.05$). The relationship between RDW, HC and PGs was established using Poisson and polynomial regression. Poisson regression showed that RDW and HC significantly changed (X^2 ; $P < 0.0004$ and $P < 0.0001$) the PG number. The polynomial equation showed that HC has a good correlation ($R^2 = 0.72$) with PGs.

KEYWORDS: wildlife, cervids, habitat, plant density.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Puebla, el área potencial de explotación del venado cola blanca es de más de 500,000 ha (López-Téllez, Manujano, & Yañes, 2007). La cobertura vegetal, el espacio, la calidad del hábitat y el agua son factores limitantes para el crecimiento de la especie (Villarreal, 1999). De estos, el agua es el nutriente más crítico (Ramírez-Lozano, 2004), por tal razón, se ha promovido el aumento de las fuentes de agua (Villarreal, 2006). Sin embargo, el establecimiento de fuentes adicionales aumenta la presencia de diversos animales depredadores,

INTRODUCTION

In the state of Puebla, the potential range area of white-tailed deer is more than 500,000 ha (López-Téllez, Manujano, & Yañes, 2007). Plant cover, space, habitat quality and water are limiting factors for growth of the species (Villarreal, 1999). Of these, water is the most critical nutrient (Ramírez-Lozano, 2004), which is why some have proposed increasing water sources (Villarreal, 2006). However, the establishment of additional water sources increases the presence of various predatory animals, such as coyote and fox, as well as various

tales como el coyote y el zorro, además de diversos felinos (Epaphras et al., 2008), lo cual, puede ahuyentar a los venados o aumentar su radio de actividad. Por otro lado, en las regiones áridas, el crecimiento de la vegetación depende de la precipitación pluvial, la topografía y tipo de suelo. En estas regiones, el escurrimiento del agua modifica la distribución de la vegetación (Yu, Gao, Epstein, & Zhang, 2008). Los cambios en ésta pueden modificar la cobertura de escape (CE), la cual es el tipo de cobertura que le permite al animal esconderse (DePerno, Jenks, & Griffin, 2003; Mysterud & Østbye, 1999). La cobertura estimada en las áreas de descanso utilizadas por el venado cola blanca es de 53.9 % en promedio (Avey et al., 2003).

Las características del hábitat del venado cola blanca en las regiones áridas y tropicales de México han sido estudiadas (Bello, Gallina, Equihua, Mandujano, & Delfin, 2001; Mandujano, Gallina, Arceo, & Pérez, 2004; Ortíz-Martínez, Gallina, Briones, & González, 2005). Los resultados muestran que la estructura de la vegetación, CE y pendiente son más importantes que el agua para definir la presencia del venado. Sin embargo, el porcentaje reportado de CE requerido para favorecer la presencia de dicha especie es variable. En consecuencia, es importante definir el porcentaje mínimo de CE que aumenta la presencia del venado, y el tamaño del área alrededor de los aguajes donde el venado puede localizarse. Esto permitirá generar prácticas de manejo, que incrementen la presencia del mismo en las Unidades de Manejo (UMAs) para la conservación de la vida silvestre. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la distancia radial al agua (DRA) sobre la cobertura de escape (CE) y el número de grupos fecales (GFs) de venado cola blanca y coyote. La relación entre la CE y la presencia de GFs fue establecida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El efecto de la distancia radial al agua sobre la cobertura de escape y la presencia de indicios fecales de venado cola blanca y coyote, se evaluó en tres intervalos de distancia (tratamientos) a aguajes permanentes. El primero (T1) incluyó desde 0 hasta 799 m radiales, el segundo (T2) fue de 800 a 1,599 m y el tercero (T3) de 1,600 m en adelante. El trabajo se realizó en dos UMAs localizadas en la comunidad de Santa Cruz Nuevo (18°20' N y 97°51' W), municipio de Totoltepec de Guerrero, Puebla, México, en el Valle Tehuacán-Cuicatlán. Las unidades suman en total una superficie de 5,309.44 ha. Los climas predominantes son (A)C(wo), con temperatura media anual de 22 a 25 °C y precipitación anual de 759 a 950 mm; y C(wo), con temperatura media anual de 17 a 19 °C y precipitación pluvial de 650 a 700 mm. La altitud varía de 1,300 a 2,200 m. La pendiente varía del 20 al 70 % de inclinación con suelo somero de 0

felinos (Epaphras et al., 2008), which can chase deer or increase their radius of activity. Furthermore, in arid regions, the growth of vegetation depends on rainfall, topography and soil type. In these regions, water runoff modifies the distribution of vegetation (Yu, Gao, Epstein, & Zhang, 2008). Changes in this can modify hiding cover (HC), which is the type of cover that allows the animal to hide (DePerno, Jenks, & Griffin, 2003; Mysterud & Østbye, 1999). Estimated cover in areas used by deer for resting is 53.9 % on average (Avey et al., 2003).

The characteristics of white-tailed deer habitat in arid and tropical regions of Mexico have been studied (Bello, Gallina, Equihua, Mandujano, & Delfin, 2001; Mandujano, Gallina, Arceo, & Pérez, 2004; Ortíz-Martínez, Gallina, Briones, & González, 2005). Results show that vegetation structure, HC and slope are more important than water for determining the presence of deer. However, the reported percentage of HC required to favor the presence of this species is variable. Accordingly, it is important to define the minimum HC percentage that increases the presence of deer, and the size of the area around the water sources where deer can be found. This will create management practices that increase their presence in wildlife conservation Management Units (MUs). Based on the above, the aim of this work was to assess the effect of radial distance from water sources (RDW) on hiding cover (HC) and the number of fecal pellet groups (PGs) of white-tailed deer and coyote. The relationship between HC and the presence of PGs was established.

MATERIALS AND METHODS

The effect of radial distance from water sources on hiding cover and the presence of fecal signs of white-tailed deer and coyote was evaluated in three distance intervals (treatments) from water sources. The first (T1) was from 0 to 799 radial m, the second (T2) was from 800 to 1,599 m and the third (T3) from 1,600 m upwards. The work was carried out in two MUs located in the community of Santa Cruz Nuevo (18°20' N and 97°51' W), municipality of Totoltepec de Guerrero, Puebla, Mexico, in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. The units together total 5,309.44 ha in area. The predominant climates are (A)C(wo), with a mean annual temperature of 22 to 25 °C and annual precipitation from 759 to 950 mm, and C(wo), with a mean annual temperature of 17 to 19 °C and rainfall from 650 to 700 mm. The altitude varies from 1,300 to 2,200 m. The slope varies from 20 to 70 %, with shallow soil from 0 to 25 cm (Arriaga et al., 2000). The vegetation types are tropical deciduous forest, woody shrubland, xerophyllous shrubland, mixed oak forests and low semi-deciduous forest (Rzedowski, 2006).

In the spring of 2010, four tours of the area were made for the identification and geographical referencing

a 25 cm (Arriaga et al., 2000). Los tipos de vegetación son: bosque tropical caducifolio, matorral arborescente, matorral mediano subinermé, encinos y selva mediana subcaducifolia espinosa (Rzedowski, 2006).

En la primavera del año 2010, se realizaron cuatro recorridos para la identificación y referenciación geográfica de todas las fuentes permanentes de agua. Posteriormente, el área se cuadrículó con el programa Mapsource de Garmin®, utilizando segmentos equivalentes a 500 m de lado. La distancia al aguaje permanente más cercano se midió desde el punto central de cada cuadro. Con esta información, los cuadros se estratificaron y cinco unidades (repeticiones) de cada tratamiento se seleccionaron en forma completamente al azar. En los puntos seleccionados para el muestreo se establecieron parcelas de 10 x 5 m² y se estimó el volumen vegetal. El volumen (m³) de las especies de porte erecto presentes en cada cuadro primario se estimó, con la finalidad de conocer el volumen vegetal asociado a la cobertura de escape. Las plantas de todas las especies vegetales presentes se identificaron y contaron. Dos plantas de cada especie (la más grande y la más pequeña) se seleccionaron para determinar la altura total, diámetro del tallo, dos diámetros basales perpendiculares, dos diámetros perpendiculares estimados a la altura de la copa y el diámetro a la altura del pecho (1.50 m). Las mediciones antes mencionadas fueron incorporadas al modelo de Hirata et al. (2007). Este modelo fue desarrollado con especies vegetales de una región semidesértica utilizando el diámetro de la corona, el diámetro de la base y la altura de la planta, con la finalidad de estimar el volumen. El volumen de las plantas de cada especie fue multiplicado por el número total de las mismas dentro de cada cuadrante y el resultado fue extrapolado a m³·ha.

El efecto de la distancia al agua sobre la cobertura de escape se evaluó utilizando 15 transectos con una longitud de 600 a 800 m y un ancho de 5 m. El punto de inicio estuvo localizado en las parcelas utilizadas para caracterizar la vegetación. La orientación de los transectos fue variable y se fraccionaron en tramos de 100 m, en los cuales se midió el porcentaje de cobertura de escape. El valor promedio de los puntos del transecto fue utilizado en el análisis de varianza (Ratti & Garton, 1996). La estimación de cobertura se hizo en un diámetro de 15 m y fue medida en dirección de los cuatro puntos cardinales con un estadal con marcas alternas en color negro y rojo cada 10 cm. El número de secciones cubiertas por debajo de 1.5 m fue expresado como fracción de la unidad (Griffith & Youtie 1988).

El registro de individuos se realizó a través de métodos indirectos de evaluación, particularmente, a través del seguimiento de excretas en los transectos utilizados para la evaluación de la cobertura. La revisión de los transectos se realizó entre los meses de marzo y mayo

de all permanent water sources. Subsequently, the area was placed on a grid with the Garmin® MapSource program, using segments equivalent to 500 m per side. The distance to the nearest permanent water source was measured from the center point of each square. With this information, the squares were stratified and five units (replications) of each treatment were selected completely at random. At the points selected for sampling, 10 x 5 m² plots were established and plant volume was estimated. The volume (m³) of erect species present in each primary square was estimated in order to determine the plant volume associated with the hiding cover. Plants of all species present were identified and counted. Two plants of each species (the largest and the smallest) were selected to determine total height, stem diameter, two perpendicular basal diameters, two perpendicular diameters estimated at crown height and diameter at breast height (1.50 m). The above measurements were incorporated into the model described by Hirata et al. (2007). This model was developed with plant species of a semi-desert region using the crown diameter, base diameter and plant height in order to estimate the volume. The volume of the plants of each species was multiplied by their total number within each quadrant and the result was extrapolated to m³·ha.

The effect of distance from water on hiding cover was assessed using 15 transects with a length of 600 to 800 m and a width of 5 m. The starting point was located in the plots used to characterize the vegetation. The orientation of the transects was variable and fractionated into 100-m sections, where the percentage of hiding cover was measured. The average value of the transect points was used in the analysis of variance (Ratti & Garton, 1996). The cover estimate was made in a diameter of 15 m and measured in the direction of the four cardinal points with a metal pole with alternate black and red bands every 10 cm. The number of cover sections below 1.5 m was expressed as a fraction of the unit (Griffith & Youtie, 1988).

Individuals were recorded using indirect assessment methods, particularly through monitoring of excreta in the transects used for assessing cover. The transects were reviewed between March and May 2010, using two observers per transect. The PGs present in the transects were identified according to the animal species (deer and coyotes) to which they belonged and were geographically referenced using a Garmin® geopositioning satellite (GPS). Additionally, when the review and geographical positioning of the permanent water sources were conducted, the excreta of the species close to them were identified and referenced. The RDW of all PGs found was estimated using the Geosource® computer program.

The normal distribution of hiding cover values, ex-

del 2010, utilizando dos observadores por transecto. Los GFs presentes en los transectos se identificaron de acuerdo con la clase de animal (venados y coyotes) a la que pertenecían y se referenciaron geográficamente utilizando un geoposicionador satelital (GPS) marca Garmin®. En forma adicional, cuando se hizo la revisión y posicionamiento geográfico de los aguajes permanentes, las excretas de las especies cercanas a los mismos se identificaron y referenciaron. La DRA de todos los GFs encontrados se estimó con el programa de computo "Geosource®".

La distribución normal de los valores del porcentaje de cobertura de escape y del número de indicios fecales de venado, se evaluó con la prueba Shapiro-Wilk, previo al análisis estadístico del volumen vegetal. Dos sitios cuyos valores alteraban la normalidad de la distribución se excluyeron debido a que la prueba tuvo $P < 0.05$. El efecto de la distancia al agua sobre el crecimiento de la vegetación, la cobertura de escape y el número de indicios fecales de venado cola blanca por transecto, se determinó con un análisis de varianza (ANDEVA). En éste se consideraron tres distancias radiales a los aguajes permanentes: < 800 , ≥ 800 y ≤ 1600 ; > 1600 m, con cinco, cuatro, y cuatro repeticiones, respectivamente. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($P = 0.05$) (Ratti & Garton, 1996). Los indicios de coyotes no tenían una distribución normal, por tal motivo, el análisis estadístico se realizó con una prueba de Kruskal-Wallis para comparar los tratamientos, y una prueba de O'Brien para la homogeneidad de varianza. La relación entre la cobertura de escape y los indicios fecales se estableció con un análisis de regresión de Poisson y un análisis de regresión polinomial, ambos con $P = 0.05$. Dicho análisis genera modelos de predicción que permiten estimar la presencia del venado cola blanca asociada a la distancia radial al agua y la cobertura de escape (Ratti & Garton, 1996). Todos los análisis fueron realizados con el programa JMP7 de SAS (Sall, Creighton, & Lehman, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la estimación del volumen vegetal por unidad de área no se ve afectada por la distancia radial al agua ($P > 0.05$), aunque los valores parecen ser menores conforme los sitios de muestreo se acercan a ésta (Cuadro 1). Dichos resultados coinciden con Marshal, Krausman, Bleich, Rosenstock, y Ballard (2006), quienes mostraron que la biomasa se mantiene relativamente constante a lo largo del año. Por tanto, en sitios con diferente distancia al agua, la ausencia de diferencias significativas puede ser explicada con base en la ausencia de cambios en el volumen vegetal. En el Cuadro 1 también se presentan los resultados del análisis de varianza para la cobertura de escape. Se puede

pressed as a percentage, and of the number of deer fecal signs was assessed with the Shapiro-Wilk test, prior to statistical analysis of plant volume. Two sites whose values altered the normality of the distribution were excluded because the test had $P < 0.05$. The effect of distance from water on the growth of vegetation, hiding cover and the number of fecal signs of white-tailed deer per transect was determined by analysis of variance (ANOVA). In this, three radial distances from permanent water sources were considered: < 800 , ≥ 800 y ≤ 1600 ; > 1600 m, with five, four, and four replications, respectively. The comparison of means was performed using Tukey's test ($P = 0.05$) (Ratti & Garton, 1996). Coyote signs did not have a normal distribution, so statistical analysis was performed with a Kruskal-Wallis test to compare treatments, and an O'Brien test for homogeneity of variance. The relationship between hiding cover and fecal signs was established with Poisson and polynomial regression analysis methods, both with $P = 0.05$. This analysis generated prediction models to estimate the presence of white-tailed deer associated with radial distance from water and hiding cover (Ratti & Garton, 1996). All analyzes were performed with the SAS JMP7 program (Sall, Creighton, & Lehman, 2007).

RESULTS AND DISCUSSION

Results show that the estimate of plant volume per unit area is unaffected by the radial distance from water ($P > 0.05$), although the values appear to be smaller the closer the sampling sites are to it (Table 1). These results agree with those reported by Marshal, Krausman, Bleich, Rosenstock and Ballard (2006), who showed that biomass remains relatively constant throughout the year. Therefore, in areas with a different distance from water, the absence of significant differences can be explained based on the absence of changes in plant volume. Table 1 also shows the results of the analysis of variance for hiding cover. It can be seen that the distance from water did not affect hiding cover ($P > 0.05$), which is consistent with the fact that there are no significant differences in plant volume. The homogeneity of plant volume is given by the large number of shrubs and agavaceae plants in the area (Table 2). The work of Dodd and Lauenroth (1997) in areas with disturbed soils shows that the predominant vegetation type in an area depends on water availability and soil type. Vegetation can also be affected by other factors such as orientation, slope and communities of insects present in the area (Martínez-Ruiz, Fernández-Santos, & Gómez-Gutiérrez, 2001).

The number of deer fecal signs increased ($P < 0.05$) with increasing distance from water, while coyote fecal signs remained within an 800-m radius of water sources (Table 1). This coincides with the work of Rosenstock, Ballard, and Devos (1999), which showed that water

CUADRO 1. Efecto de la distancia radial al agua sobre el volumen vegetal, cobertura de escape y número de grupos fecales de venado y coyote.

Tratamiento				
DRA (m)	< 800	≥ 800 ≤ 1600	> 1600	EEM
Volumen vegetal (m ³ ·m ²)	0.36 ^a	0.57 ^a	0.76 ^a	0.183
Cobertura de escape (%)	65 ^a	74 ^a	73 ^a	0.04
Espece	Número de GFs por transecto			
<i>Odocoileus virginianus</i> ¹	1.5 ^c	2.5 ^b	2.9 ^a	0.32
<i>Canis latrans</i> ^{2,3}	3.4 ^b	0 ^a	0 ^a	X ² =13.29

DRA: Distancia Radial al Agua; GFs: Grupos Fecales; EEM: Error estándar de la media; ¹ANDEVA: Literales diferentes en la misma fila son diferentes Tukey $P < 0.05$; ²Prueba de Kruskal–Wallis: Literales diferentes en la misma fila son diferentes $X^2 = P < 0.0013$; ³Prueba de O'Brien para homogeneidad de varianzas $P < 0.145$.

TABLE 1. Effect of radial distance from water on plant volume, hiding cover and number of deer and coyote pellet groups.

Treatment				
RDW (m)	< 800	≥ 800 ≤ 1600	> 1600	EEM
Plant volume (m ³ ·m ²)	0.36 ^a	0.57 ^a	0.76 ^a	0.183
Hiding cover (%)	65 ^a	74 ^a	73 ^a	0.04
Species	Number of PGs per transect			
<i>Odocoileus virginianus</i> ¹	1.5 ^c	2.5 ^b	2.9 ^a	0.32
<i>Canis latrans</i> ^{2,3}	3.4 ^b	0 ^a	0 ^a	X ² =13.29

RDW: Radial Distance from Water; PGs; Pellet groups; SEM: Standard error of the mean; ¹ANOVA: Different letters in the same row are different Tukey $P < 0.05$; ²Kruskal-Wallis test: Different letters in the same row are different $X^2 = P < 0.0013$; ³O'Brien test for homogeneity of variances $P < 0.145$.

observar que la distancia al agua no afectó a la cobertura de escape ($P > 0.05$), lo cual es consistente con el hecho de que no existen diferencias significativas en el volumen vegetal. La homogeneidad del volumen vegetal está dada por la gran cantidad de arbustivas y agaváceas presentes en la zona (Cuadro 2). El trabajo de Dodd y Lauenroth (1997) en áreas con suelos perturbados muestra que el tipo de vegetación predominante en una zona depende de la disponibilidad de agua y del tipo de suelo. La vegetación también puede ser afectada por otros factores como la orientación, pendiente y comunidades de insectos presentes en la zona (Martínez-Ruiz, Fernández-Santos, & Gómez-Gutiérrez, 2001).

El número de indicios fecales de venado se incrementó ($P < 0.05$) conforme aumentaba la distancia al agua, mientras que los indicios de coyotes se mantuvieron dentro de los 800 m del radio de los agujajes (Cuadro 1). Esto coincide con el trabajo de Rosenstock, Ballard, y Devos (1999), quienes mostraron que las fuentes de agua en las regiones áridas favorecen el aumento del número de depredadores. DeStefano, Schmidt, y Devos (2000) documentaron la presencia de coyotes en alrededor de un 73 % de los agujajes, lo cual, modificó la presencia de algunos tipos de animales. Por otro lado, Patterson & Power (2002) encontraron que, en Canadá, los coyotes fueron los responsables de un 27 % de la morta-

sources in arid conditions favor an increase in the number of predators. DeStefano, Schmidt, and Devos (2000) documented the presence of coyotes around 73% of the water sources, which modified the presence of certain types of animals. On the other hand, Patterson & Power (2002) found that in Canada coyotes were responsible for 27 % of the mortality of white-tailed deer. The results of the work are also consistent with those of Borosky & Mossman (1996), who found that the distance traveled by deer increases as water availability decreases. However, the area of white-tailed deer activity reported in this work was smaller lower than that reported by Medina et al. (2008) in arid areas of our country. This can be explained by the additional water obtained by deer from the consumption of fruits and succulent plants (Villarreal & Marin, 2005).

Results of Poisson regression (Table 3) show that distance from water and hiding cover modify the number of white-tailed deer signs (X^2 ; $P < 0.0004$ and $P < 0.0001$). This effect can be explained by the relationship between hiding cover and the number of fecal signs, through a polynomial regression equation (cubic) with a $R^2 = 0.75$, which was highly significant. The cover equation generated establishes that the minimum percentage required to have a 50 % probability of finding deer excreta was close to 60 %. The cubic effect can be observed

CUADRO 2. Nombres comunes de las especies vegetales encontradas en los muestreos de las UMAs de Santa Cruz Nuevo, Puebla, México.

Nombre común	Especie	Nombre común	Especie
Chondata	<i>Acacia acatlensis</i>	Candelilla	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>
Tehuixtle	<i>Acacia bilimekii</i>	Biznaga	<i>Ferkocactus sp.</i>
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	Palo brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>
Palo blanco	<i>Acacia coulteri</i>	Tamarindo	<i>Harpalyce loeseneriana</i>
Sierrilla	<i>Acacia subangulata</i>	Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>
Ixtle	<i>Agave kerchovei</i>	Cazahuate	<i>Ipomoea sp.</i>
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>
Pizorra	<i>Agave marmorata</i>	Orégano	<i>Lippia graveolens</i>
Papalota	<i>Agave potatorum</i>	Tlahuitole	<i>Lysiloma microphyllum</i>
Azumiate	<i>Baccharis salicifolia</i>	Biznagas	<i>Mammillaria haageana</i>
Palma	<i>Brahea dulcis</i>	Garambullo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>
Nanche	<i>Bunchosia biocellata</i>	Gigante	<i>Neobuxbaumia mezcalensis</i>
Aceitillo	<i>Bursera árida</i>	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>
Cuajote	<i>Bursera morelensis</i>	Chimalayo	<i>Pachycereus sp.</i>
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Capulincillo	<i>Psidium edulis</i>
Palo verde	<i>Cercidium praecox</i>	Encino	<i>Quercus castanea</i>
Viejitos	<i>Cephalocereus columna-t.</i>	Achualillo	<i>Simsia amplexicaulis</i>
Palo prieto	<i>Cordia morelosana</i>	Xoconostle	<i>Stenocereus weberi</i>
Mala mujer	<i>Cnidoscolus rostratus</i>	Achual	<i>Tithonia tubiformis</i>
Tehuizocote	<i>Dasyllirion serratifolium</i>	Damiana	<i>Turnera diffusa</i>

TABLE 2. Common and scientific names of plant species found in the surveys of the MUs in Santa Cruz Nuevo, Puebla, Mexico.

Common name	Species	Common name	Species
Chondata	<i>Acacia acatlensis</i>	Candelilla	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>
Tehuixtle	<i>Acacia bilimekii</i>	Biznaga	<i>Ferkocactus sp.</i>
Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	Palo brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>
Palo blanco	<i>Acacia coulteri</i>	Tamarindo	<i>Harpalyce loeseneriana</i>
Sierrilla	<i>Acacia subangulata</i>	Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>
Ixtle	<i>Agave kerchovei</i>	Cazahuate	<i>Ipomoea sp.</i>
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i>
Pizorra	<i>Agave marmorata</i>	Orégano	<i>Lippia graveolens</i>
Papalota	<i>Agave potatorum</i>	Tlahuitole	<i>Lysiloma microphyllum</i>
Azumiate	<i>Baccharis salicifolia</i>	Biznagas	<i>Mammillaria haageana</i>
Palma	<i>Brahea dulcis</i>	Garambullo	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>
Nanche	<i>Bunchosia biocellata</i>	Gigante	<i>Neobuxbaumia mezcalensis</i>
Aceitillo	<i>Bursera árida</i>	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>
Cuajote	<i>Bursera morelensis</i>	Chimalayo	<i>Pachycereus sp.</i>
Pochote	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Capulincillo	<i>Psidium edulis</i>
Palo verde	<i>Cercidium praecox</i>	Encino	<i>Quercus castanea</i>
Viejitos	<i>Cephalocereus columna-t.</i>	Achualillo	<i>Simsia amplexicaulis</i>
Palo prieto	<i>Cordia morelosana</i>	Xoconostle	<i>Stenocereus weberi</i>
Mala mujer	<i>Cnidoscolus rostratus</i>	Achual	<i>Tithonia tubiformis</i>
Tehuizocote	<i>Dasyllirion serratifolium</i>	Damiana	<i>Turnera diffusa</i>

CUADRO 3. Análisis de regresión de Poisson y polinomial de la distancia radial al agua (X1), cobertura de escape (X2) y número de grupos fecales (Y) de venado cola blanca

Regresión de Poisson					
Variable	Estimado	ES	P > X ²	Intervalo de confianza	
Intercepto	-0.631	0.396	0.10	-1.43	0.124
DRA	0.0005	0.0001	< 0.0004	0.0002	0.0009
CE	3.554	0.0001	< 0.0001	2.74	4.38
Regresión Polinomial					
Ecuación					R ²
I = -48.36723 + 92.592144 * CE - 18.528495 * (CE-0.66538) ² - 438.42135 * (CE-0.66538) ³					0.75

DRA: Distancia radial al agua; CE=Cobertura de escape, I= No. de Indicios; ES = Error estándar

TABLE 3. Poisson and polynomial regression analysis of the radial distance from water (X1), hiding cover (X2) and number of pellet groups (Y) of white-tailed deer.

Poisson Regression					
Variable	Estimate	SE	P > X ²	Confidence interval	
Intercept	-0.631	0.396	0.10	-1.43	0.124
RDW	0.0005	0.0001	< 0.0004	0.0002	0.0009
HC	3.554	0.0001	< 0.0001	2.74	4.38
Polynomial regression					
Equation					R ²
I = -48.36723 + 92.592144 * HC - 18.528495 * (HC-0.66538) ² - 438.42135 * (HC-0.66538) ³					0.75

RDW: Radial distance from water; HC: Hiding cover; I = No. of Indicators; SE: Standard error

alidad de los venados cola blanca. Los resultados del trabajo también coinciden con los de Borosky & Mossman (1996), quienes encontraron que la distancia recorrida por los venados aumenta conforme se reduce la disponibilidad del agua. Sin embargo, el área de actividad del venado cola blanca reportada en ese trabajo, fue menor a la reportada por Medina et al. (2008) en zonas áridas de nuestro país. Esto puede explicarse a partir del agua adicional proveniente del consumo de frutos y plantas suculentos en la dieta (Villarreal & Marin, 2005).

Los resultados de la regresión de Poisson (Cuadro 3) muestran que la distancia al agua y la cobertura de escape modifican el número de indicios de venado cola blanca (X^2 ; $P < 0.0004$ y $P < 0.0001$). Dicho efecto pudo ser explicado con la relación entre la cobertura de escape y el número de indicios fecales, mediante una ecuación de regresión polinomial (cúbica) con una $R^2 = 0.75$ altamente significativa. La ecuación generada de cobertura establece que el porcentaje mínimo requerido para tener una probabilidad del 50 % de poder encontrar excretas de venado fue cercano al 60 %. El efecto cúbico puede ser observado en la Figura 1, donde se presenta la elipse de densidad de la distribución de indicios con relación a la cobertura de escape ($P = 0.50$). Se puede observar que 12 de los sitios muestreados tienen un número mayor de indicios cuando la cobertura es mayor del 55 %, mientras que un sólo sitio tuvo una cobertura menor al 30 %. Este efecto puede ser explicado con los trabajos de DePerno, Jenks, Griffin, Rice, & Higgins

in Figure 1, which shows the density ellipse of the distribution of signs with respect to hiding cover ($P = 0.50$). It can be seen that 12 of the sampled sites have a greater number of signs when the cover is greater than 55%, while a single site had less than 30 % cover. This effect can be explained by the work of DePerno, Jenks, Griffin, Rice, & Higgins (2002) and Avey et al. (2003), who found that the hiding cover where deer are found varies depending on the type of activity that they engage in within it, so that when they feed, for example, they occupy a lower hiding cover than when they are resting (32.8 and 53 %),

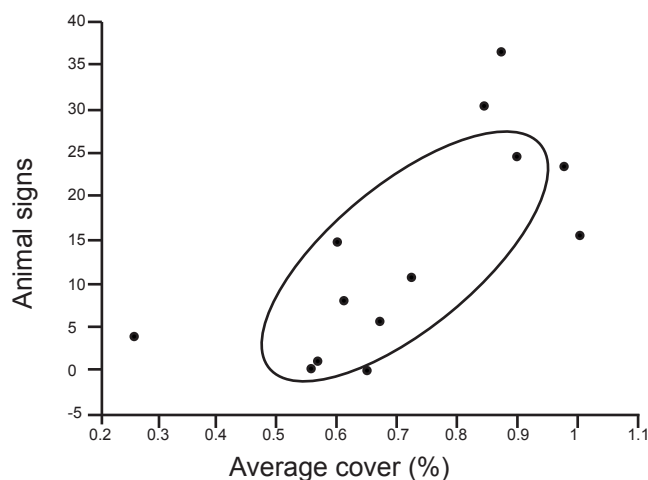


FIGURE 1. Distribution ellipse of signs based on hiding cover ($P=0.50$).

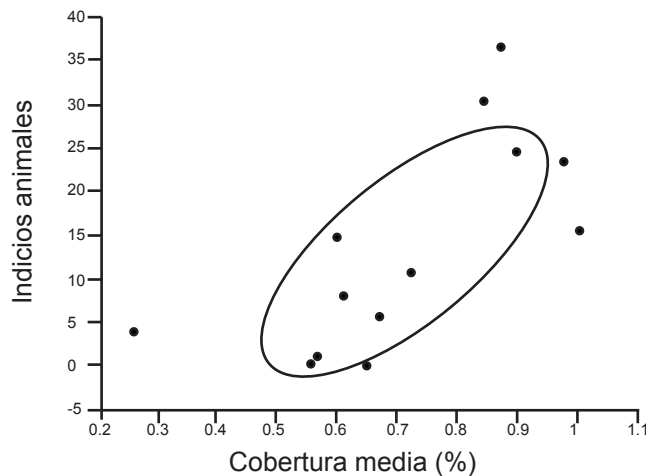


FIGURA 1. Elipse de la distribución de indicios con base en la cobertura de escape ($P=0.50$).

(2002) y Avey et al. (2003), quienes encontraron que la cobertura de escape donde se encuentran los venados varía dependiendo del tipo de actividad que realizan en ella. De tal manera que cuando se alimentan, ocupan una cobertura de escape más baja que cuando están en áreas de descanso (32.8 y 53 %), lo cual coincide con los resultados de este trabajo. En contraste, la ecuación generada por efecto de la DRA tuvo una $R^2 = 0.49$ que no fue significativa.

CONCLUSIONES

La distancia radial al agua no modifica la distribución del volumen vegetal y la cobertura de escape. Sin embargo, el número de indicios fecales de venado aumenta conforme aumenta la distancia al agua o la cobertura de escape. La presencia de indicios fecales de coyote se ubica principalmente en un radio menor a los 800 m de las fuentes de agua modificando la presencia de indicios del venado cola blanca. La ecuación polinomial generada en este trabajo sugiere que la cobertura de escape que favorece la presencia del venado cola blanca es superior al 54 %.

REFERENCIAS

- Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., & Loa, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Avey, J. T., Ballard, W. B., Wallace M. C., Humphrey, M. H., Krausman, P. R., Harwell, F., & Fish, E. B. (2003). Habitat relationships between sympatric mule deer and white-tailed deer in Texas. *The Southwestern Naturalist*, 48(53), 644–653. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3672776>
- Bello, J., Gallina, S., Equihua, M., Mandujano, S., & Delfin, C. (2001). Activity areas and distance to water sources by White-tailed deer in northeastern Mexico. *Vida Silvestre*

which coincides with the results of this work. By contrast, the equation generated by the RDW had an $R^2 = 0.49$, which was not significant.

CONCLUSIONS

The radial distance from water does not change the distribution of plant volume and hiding cover. However, the number of deer fecal indicators increases with increasing distance to water or hiding cover. Coyote fecal pellets are mainly found within a radius of less than 800 m from water sources, modifying the presence of white-tailed deer signs. The polynomial equation generated in this work suggests that more than 54% hiding cover favors the presence of white-tailed deer.

End of English Version

Neotropical, 10(1–2), 30–37. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/4003582>

Borosky, B. B., & Mossman, A. R. (1996). Distribution of mule deer in relation to water sources in northern California. *Wildlife Society Bulletin*, 60(4), 770–776. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3802376>

DePerno, C. S., Jenks, J. A., Griffin, S. I., Rice, L. A., & Higgins, K. F. (2002). White-tailed deer habitats in the central black hills. *Journal of Range Management*, 55(3), 242–252. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/4003130>

DePerno, C. S., Jenks, J. A., & Griffin, S. L. (2003). Multidimensional Cover Characteristics: Is Variation in Habitat Selection Related to White-Tailed Deer Sexual Segregation? *Journal of Mammalogy*, 84(4), 1316–1329. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/1384018>

DeStefano, S. S., Schmidt, L., & Devos Jr. J. C. (2000). Observations of predator activity at wildlife water developments in southern Arizona. *Journal of Range Management*, 53, 255–258. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/4003428>

Dodd, M. B., & Lauenroth, W. K. (1997). The influence of soil texture on the soil water dynamics and vegetation structure of a shortgrass steppe ecosystem. *Plant Ecology*, 133, 13–28. doi: 10.1023/A:1009759421640

Epaphras, A. M., Gereta, E., Lejora, I. A., Ole Meing'ataki, G. E., Ng'umbi, G., Kiwango, Y., ...Mtahiko, M. G. G. (2008). Wildlife water utilization and importance of artificial waterholes during dry season at Ruaha National Park, Tanzania. *Wetlands Ecology Management*, 16, 183–188. doi: 10.1007/s11273-007-9065-3

Griffith, B., & Youtie, B. A. (1988). Two devices for estimating foliage density and deer hiding cover. *Wildlife Society Bulletin*, 16(2), 206–210. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3782191>

Hirata, M., Oishi, K., Muramatu, K., Xiong, Y., Kaihotu, I., Nishiwaki, A., ...Hongo, A. (2007). Estimation of plant biomass and plant water mass through dimensional measurements of plant volume in the Dund-Govi Prov-

- ince, Mongolia. *Grassland Science*, 53, 217–225. doi: 10.1111/j.1744-697X.2007.00096.x
- López-Téllez, M. C., Mandujano, S., & Yáñez, G. (2007). Evaluación poblacional del Venado Cola Blanca en un bosque tropical seco de la mixteca poblana. *Acta Zoológica Mexicana*, (n.s.) 23, 1–16. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57523301.pdf
- Mandujano, S., Gallina, S., Arceo, G., & Pérez, L. A. (2004). Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el Venado Cola Blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana* (ns) 20, 45–67. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57520204.pdf
- Marshal, J. P., Krausman, P. R., Bleich, V. C., Rosenstock, S. S., & Ballard, W. B. (2006). Gradients of forage biomass and ungulate use near wildlife water developments. *Wildlife Society Bulletin*, 34, 620–626. doi: 10.2193/0091-7648
- Martínez-Ruiz, C., Fernández-Santos, B., & Gómez-Gutiérrez, J. M. (2001). Effects of substrate coarseness and exposure on plant succession in uranium-mining wastes. *Plant Ecology*, 155, 79–89. doi: 10.1023/A:1013208305393
- Medina, T. S. M., García, M. E., Márquez, O. M., Vaquera, H. H., Romero, M. A., & Martínez, M. M. (2008). Factores que influyen en el uso del hábitat por el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la sierra del laurel, Aguascalientes, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 24, 191–212. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57524312.pdf
- Mysterud, A., & Østbye, E. (1999). Cover as a habitat element for temperate ungulates: Effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin*, 27, 385–394. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3783905>
- Ortiz-Martínez, T., Gallina, S., Briones, S. M., & González, S. (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.) 2, 65–78. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57521302
- Patterson, B. R., & Power, V. A. (2002). Contributions of forage competition, harvest, and climate fluctuation to changes in population growth of northern white-tailed deer. *Oecologia*, 130, 62–71. doi: 10.1007/s004420100783
- Rámirez-Lozano, R. G. (2004). *Nutrición del Venado Cola Blanca*. Monterrey, Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León-Unión Ganadera Regional de Nuevo León-Fundación PRODUCE Nuevo León, A.C.
- Ratti, J. T., & Garton, E. O. (1996). Research and experimental design. In T. A. Bookhout (Ed.), *Research and management techniques for wildlife and habitats* (pp. 1–23). Bethesda, Maryland, USA: The Wildlife Society.
- Rosenstock, S. S., Ballard, W. B., Devos Jr., J. C. (1999). Viewpoint: Benefits and impacts of wildlife water developments. *Journal of Range Management*, 52, 302–311. Obtenido de <http://wildlifehabitat.tamu.edu/Lessons/Supplemental%20Water%20and%20Herbicide/Readings/Benefits%20and%20impacts%20of%20wildlife%20water%20developments.pdf>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1ra ed. digital). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad.
- Sall, J., Creighton, L., & Lehman, A. (2007). *JMP Start Statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP* (4a ed.). CA, U.S.A: Duxbury Press.
- Villarreal, E. B. O. A., & Marín F. M. M. (2005). Agua de origen vegetal para el Venado Cola Blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54, 191–196. Obtenido de redalyc.uaemex.mx/pdf/495/49520712.pdf
- Villarreal, E. B. O. A. (2006). *El venado cola blanca en la Mixteca poblana. Conceptos y métodos para su conservación y manejo*. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Villarreal, G. J. G. (1999). *Venado Cola Blanca, manejo y aprovechamiento cinegético*. Monterrey, Nuevo León, México: Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Yu, M., Gao, Q., Epstein, H. E., & Zhang, X. (2008). An ecohydrological analysis for optimal use of redistributed water among vegetation. *Ecological Applications*, 18, 1679–1688. Obtenido de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18839763>