

Contenido de nutrientes en forrajes comunes en la dieta del venado cola blanca en el matorral desértico micrófilo

Nutrient content of common forages in the diet of white-tailed deer in the microphyllous desert scrub

García J.E.^{*1} , Rodríguez Y.G.² , Mellado M.¹ , Álvarez P.³  and Rodríguez F.A.¹ 

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Nutrición Animal, Saltillo, Coahuila, México. CP 25315.

² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Posgrado en Producción Agropecuaria. Saltillo, Coahuila, México. CP 25315.

³ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Recursos Naturales Renovables, Saltillo, Coahuila, México. CP 25315.

ABSTRACT

Monitoring the nutritional well-being of free-ranging white-tailed deer has become an essential part of big game management. This study aimed to compare the nutritional value of the main forage species used by white-tailed deer in a microphyllous desert scrub. A bromatological study was conducted in a wildlife conservation unit. Forage samples of the species with the highest relative frequency found in the diet were collected from 10 different random sites. Nutrient concentrations were analyzed using analysis of variance, with comparison of means. All shrubs had high crude protein (CP) values (11.8-15.96 %), while grasses and succulents showed lower values (5.2-6.9 %). All forage species exhibited high crude fiber (CF) values (20.7-34.2 %), which is typical of plants from arid zones. Metabolizable energy (ME) values showed very similar concentrations (2.07-2.59 Mcal/kg). The total nutrient intake in the emulated diet averaged 10.95 % CP, 7.95 % ash, 2.88 % ether extract, 27.41 % FC, as well as 2.28 Mcal/kg ME, and an in vitro dry matter digestibility of 60.46 %. Our data support the hypothesis of an adequate nutritional balance for white-tailed deer in the summer at the study site. In addition, shrubby plants are essential forages to meet the nutritional needs of the white-tailed deer.

Keywords: Quality, botanical composition, *Odocoileus virginianus*, bromatological analysis.

RESUMEN

El monitoreo del bienestar nutricional del venado cola blanca en libertad se ha convertido en una parte esencial de la gestión de la caza mayor. Este estudio tuvo como objetivo comparar el valor nutricional de las principales especies forrajeras utilizadas por el venado cola blanca en un matorral desértico micrófilo. Se realizó un estudio bromatológico de las especies forrajeras más utilizadas por el venado cola blanca en una unidad de conservación de vida silvestre. Se colectaron muestras de forraje de las especies con mayor frecuencia relativa en la dieta del venado en 10 sitios aleatorios, en el norte de México (26 °N), en el verano. La concentración de nutrientes fue analizada mediante análisis

de varianza, usando la comparación de medias. Todas las arbustivas presentaron valores altos de proteína cruda (PC) (11.08-15.96 %), mientras que las gramíneas y las suculentas mostraron valores más bajos (5.2-6.9 %). Todas las especies mostraron valores altos de fibra cruda (FC) (20.7-34.2 %), lo cual es típico en plantas de zonas áridas. Los valores de energía metabolizable (EM) mostraron concentraciones muy similares (2.07-2.59 Mcal/kg). El aporte total de nutrientes en la dieta emulada presentó valores promedio de 10.95 % de PC, 7.95 % de cenizas, 2.88 % de extracto etéreo, 27.41 % de FC, así como 2.28 Mcal/kg de EM y una digestibilidad in vitro de materia seca de 60.46 %. Nuestros datos respaldan la hipótesis de un adecuado balance nutricional del venado cola blanca en el verano en el sitio de estudio. Además, las arbustivas son forrajes imprescindibles para satisfacer las necesidades nutricionales del venado cola blanca.

Palabras clave: Calidad, composición botánica, *Odocoileus virginianus*, análisis bromatológico.

INTRODUCCIÓN

En México, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es una de las especies de caza más importantes (Ortega *et al.*, 2011), ya que es muy apreciado tanto en la cacería de subsistencia como en la deportiva. También, debido a sus grandes trofeos por sus astas, representa una importante derrama económica y ecológica (Ocaña-Parada *et al.*, 2020). Además, en México está legalizado el uso cinegético de venado cola blanca (DOF, 1980; SEMARNAT, 2015; 2022), y su aprovechamiento representa una actividad muy rentable. Villarreal-Espino (2006) señala que el aprovechamiento de esta especie, en los últimos años, ha aumentado notablemente, principalmente en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMAs). El crecimiento de dichas UMAs ha originado una mayor necesidad de información biológica confiable que permita manejar las poblaciones de venado de manera sustentable (Salmorán-Gómez, 2018). Entre los diversos aspectos biológicos, el conocimiento de los hábitos alimenticios es de vital importancia para el manejo del venado, tanto en vida silvestre como en cautiverio (Ramírez-

*Autor para correspondencia: García J. E.

Correo-e: edugarmartz@gmail.com

Recibido 11 de noviembre de 2025

Aceptado: 25 de enero de 2026

Publicado: 28 de marzo de 2026

Lozano, 2004; Fulbright y Ortega-Santos, 2007). Por lo tanto, es importante definir prácticas de manejo de la vegetación que incrementen la densidad de la población del venado cola blanca (López-Tellez *et al.*, 2007; Mandujano, 2011). Para ello, es necesario conocer tanto la composición botánica de la dieta (Lozano-Cavazos, 2020) como la calidad nutricional de la misma, pues esto ayuda a conservar en buenas condiciones la productividad y el hábitat del venado (Plata *et al.*, 2009). Además, el conocimiento de la composición botánica y nutricional de la dieta es fundamental para establecer la capacidad de carga animal para el manejo adecuado de las UMAs (Villarreal, 2006; Villarreal *et al.*, 2008).

Por otro lado, se sabe que el venado cola blanca es muy selectivo y oportunista, al elegir una gran diversidad de plantas con digestibilidad y calidad nutricional altas (Mysterud, 1998). Con esto, compensa las deficiencias durante el período de sequía (Arceo *et al.*, 2005). En la época de sequía, el venado se enfrenta a una fuerte disminución en la abundancia y calidad de los forrajes, lo cual conduce a una deficiencia de nutrientes que conlleva pérdida de peso vivo, mayor susceptibilidad a enfermedades y mayor proporción de partos sencillos que gemelares; además, sus crías pueden resentir dichas deficiencias nutricionales (González-Maldonado *et al.*, 2021; Mellado *et al.*, 2012; López-Pérez *et al.*, 2012). Según Smith *et al.* (1975), los requisitos nutricionales de los venados dependen en gran medida de su fisiología; un 13 a 20 % de proteína cruda (PC) es necesaria para cervatos, 18 % para machos adultos y de 11 a 18 % para hembras, dependiendo de si están en pre-empadre, empadre, gestación o lactancia, así como del número de fetos en gestación. En cuanto al desarrollo y tamaño de sus astas, también existe una estrecha relación con el nivel de PC consumida. Ramírez-Lozano (2004) ha estimado que un nivel de alrededor del 15 % de PC en el forraje ingerido es necesario para proporcionar un

crecimiento óptimo de estos animales. Respecto a los venados adultos, estos requieren de un 5.5 a 9 % de proteína para su mantenimiento (Holter *et al.*, 1979). Por ello, determinar el contenido y aporte nutricional de los forrajes que consume el venado permitirá tomar mejores decisiones al suplementar nutrientes deficiente en su dieta, sin perder de vista la buena condición de su hábitat (Gallina, 1993; López-Pérez *et al.*, 2012). Sin embargo, obtener estimaciones precisas del contenido nutricional de las dietas del venado no es fácil, debido a que resulta casi imposible observar la preferencia de estos animales por las especies vegetales, por lo que el empleo de la determinación botánica de la dieta a partir de microhistología del contenido ruminal, resulta una excelente herramienta para, a partir de ésta, simular su dieta (Lozano-Cavazos, 2020).

El objetivo de este estudio fue caracterizar la calidad nutricional de los forrajes principales seleccionados por el venado cola blanca en el sitio de estudio. Planteamos la hipótesis de que la dieta basada en las especies de mayor frecuencia relativa proporciona niveles de proteína cruda y energía metabolizable suficientes para cubrir los requerimientos de mantenimiento de venadas cola blanca adultas en verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre "San Juan" en Monclova, México (26°50'19.13" de latitud norte y 101°2'31" de longitud oeste). El sitio de estudio presenta una altitud promedio de 609 m sobre el nivel del mar. Las temperaturas ambientales oscilaron entre -9 y 42 °C, y la precipitación anual fluctuó entre 410 y 505 mm; la mayor parte de las lluvias se concentra entre finales de mayo y octubre (Mendoza-Hernández, 2010) (Figura 1).

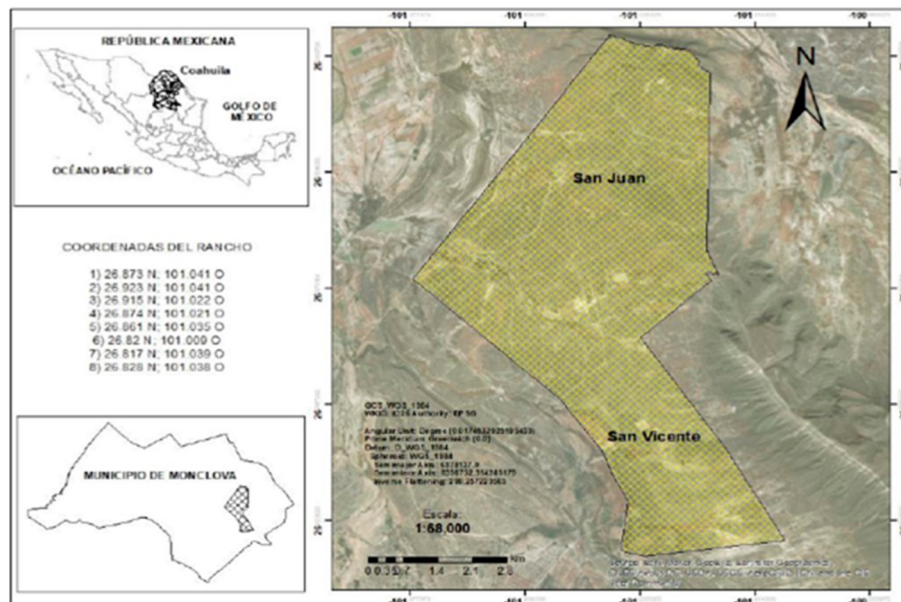


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el centro del estado de Coahuila.
Figure 1. Location of the study area in the center of Coahuila, Mexico.

Colección de muestras de forraje

Muestras de forraje de las especies forrajeras con mayor frecuencia relativa encontradas en la dieta del venado cola blanca de esa UMA (Lozano *et al.*, 2020) fueron colectadas en 10 sitios aleatorios (Figura 2) y sometidas a deshidratación y molienda para su posterior análisis bromatológico (Tabla 1). Dado que el objetivo era estudiar parcelas de forraje con más de una especie vegetal, elegimos parcelas de muestreo de 3 m². En cada parcela se tomaron muestras de follaje de cada planta considerada en el estudio. Estas muestras fueron mezcladas, obteniéndose una sola muestra por parcela por cada forraje en particular, para ser utilizadas en el análisis estadístico (cada parcela fue una unidad experimental). Cuando algunas especies no se presentaron en la parcela de muestreo, el análisis estadístico se llevó a cabo con un menor número de observaciones (ANOVA con diferente número de repeticiones). Se midió la disponibilidad y el uso de los recursos alimenticios en cada parcela de muestreo durante una temporada (verano; julio/agosto de 2024).

Determinación de nutrientes en los forrajes

Las muestras de los forrajes se llevaron al laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se secaron en un horno de convección a una temperatura de 47 °C hasta alcanzar un peso constante. Una vez secas, a las muestras se les determinó lo siguiente: proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN), extracto etéreo (EE), cenizas (C) y energía metabolizable (EM).

El contenido de nitrógeno se determinó mediante el método Kjeldahl (método n.º 990.03 de la AOAC 2005) y se convirtió a proteína cruda multiplicando el porcentaje de contenido de N por 6.25 (método n.º 990.03 de la AOAC 2005). La grasa cruda se determinó mediante el método de extracto Soxhlet, utilizando éter de petróleo como agente de extracción (60-80 °C) (AOAC, 2005). El contenido de cenizas se analizó incinerando las muestras en un horno de mufla a 550 °C (AOAC, 2005; método 942.05). Los valores del extracto libre de nitrógeno (ELN) se obtuvieron de la siguiente manera:

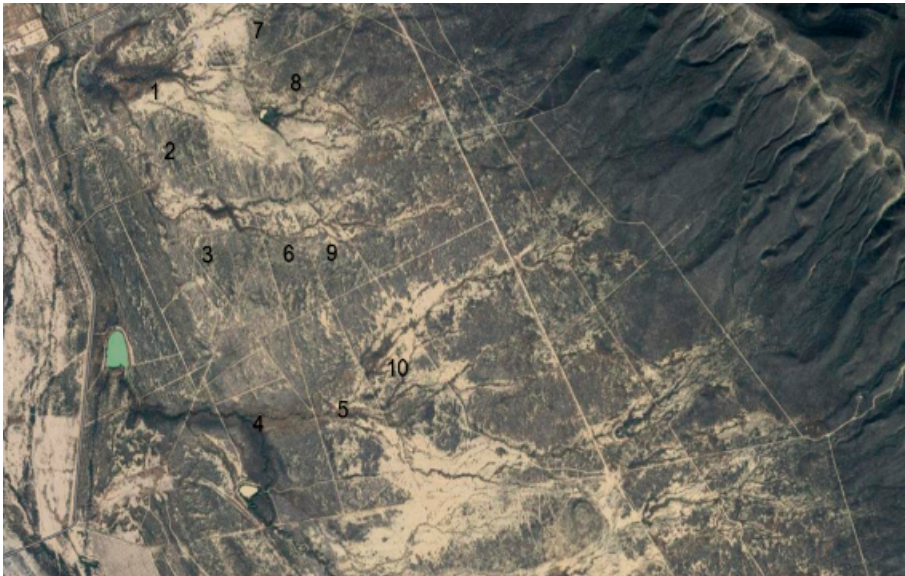


Figura 2. Parcelas de muestreo en los 10 sitios del área de estudio.
Figure 2. Sampling plots at the 10 sites in the study area.

Tabla 1. Forrajes altamente utilizados por el venado cola blanca en el sitio de estudio, de acuerdo al estudio de Lozano-Cavazos *et al.* (2020).
Table 1. Forages highly used by white-tailed deer at the study site, according to the study by Lozano-Cavazos *et al.* (2020).

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia relativa observada (%)	Frecuencia relativa ajustada (%)
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Mezquite	17.21	20.63
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	Uña de gato	2.14	2.57
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Cenizo	11.48	13.76
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	Chapote	3.68	4.41
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	Chaparro prieto	14.05	16.84
Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	2.19	2.63
Poaceae	<i>Setaria leucophylla</i>	Zacate temprano	12.85	15.41
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	Zacate toboso	2.05	2.46
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	Nopal cuijo	8.99	10.78
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Tasajillo	8.77	10.51
			83.41	100.00

ELN = (MS (g/kg MS) – (extracto etéreo (g/kg MS) + proteína cruda (g/kg MS) + cenizas (g/kg MS) + fibra cruda (g/kg MS)). La fibra cruda se determinó utilizando una muestra extraída con éter, hirviéndola en ácido diluido y luego en base diluida, secándola y cociéndola en un horno. La diferencia de peso antes y después de la cocción constituyó la fracción de fibra cruda (AOAC, método 978.10).

La técnicas *in vitro* utilizanda para la determinación de la digestibilidad de la materia seca *in vitro* fue la incubadora Daisyll (Tassone *et al.*, 2020). El contenido energético del alimento se calculó utilizando las ecuaciones de predicción basadas en la composición aproximada y degradación *in vitro* según Robinson (2000).

Análisis estadístico

La concentración de nutrientes de cada una de las especies forrajeras estudiadas dentro de cada uno de los 10 sitios de colecta, fueron analizados mediante análisis de varianza usando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA; versión 9.4). El modelo lineal general para el análisis de las especies forrajeras para cada nutriente fue: $y = u + G_i + E_{ij}$, donde u es la media general, G_i representa el efecto de la especie forrajera y E_{ij} representa el error aleatorio. Se utilizaron comparaciones múltiples de Duncan para evaluar la significancia de las diferencias entre plantas ($P < 0.05$) y los datos se expresaron como media $\pm$ desviación estándar. Los aportes nutricionales de cada especie estudiada, así como del total de la dieta emulada, se obtuvieron a partir de las medias de concentración de nutrientes (CN) y la frecuencia relativa ajustada (FRA), mediante hoja de cálculo de Excel[®] ((CN*FRA)/100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición botánica de la dieta del venado cola blanca, fue tomada en base al estudio que realizó Lozano-Cavazos *et al.* (2020), y a partir de éste, se realizaron los ajustes a la frecuencia relativa considerando solo aquellos forrajes con más de 2 % de FR (Tabla 1) y se procedió a realizar las colecciones

de cada una de las especies forrajeras de mayor FR para su análisis bromatológico. Los nutrientes estudiados fueron: PC, FC, EE, C, ELN, EM y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Las especies arbustivas más consumidas en el sitio de estudio por el venado cola blanca son el mezquite (*Prosopis glandulosa*), el cenizo (*Leucophyllum frutescens*), y el chaparro prieto (*Acacia rigidula*). De las gramíneas, el zacate temprano (*Setaria leucophylla*) y de las suculentas, el nopal cuijo (*Opuntia engelmannii*) y el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*).

En el Tabla 2 se muestran los resultados del análisis bromatológico de diversos forrajes que son consumidos por el venado cola blanca en el área de estudio. Todas las arbustivas, por ser leguminosas, presentaron valores altos de PC (11.08-15.96 %). El venado de cola blanca selecciona forrajes con mayor digestibilidad y PC (Dykes *et al.*, 2020). Por lo tanto, las decisiones de forrajeo incluyen la ingestión de estas plantas leguminosas para apoyar varios procesos del ciclo de vida, como la lactancia y el desarrollo fetal (Swartout *et al.*, 2023). Los machos también requieren una ingesta elevada de energía y PC para el crecimiento de las astas (Dryden, 2016).

Los árboles y arbustos representan la mayor parte de la dieta del venado cola blanca (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004; Arceo *et al.*, 2005). La alta disponibilidad de ese tipo de plantas en primavera y verano indica que durante la época de los partos en esta especie (julio y agosto), los venados tienen suficiente forraje de arbustivas para su ingestión de nutrientes. Elegimos la *Acacia rigidula* como arbusto de estudio porque éste es seleccionado ávidamente por el venado cola blanca, por lo tanto, es muy importante en su dieta y ubicuo en el área de estudio (DeYoung *et al.*, 2019). Según la literatura, esta acacia es menos apetecible y nutritiva que otras especies arbustivas (DeYoung *et al.*, 2019), debido a que al aumentar el grado de herbivoría, este arbusto incrementa las ramas, las espinas y el contenido de taninos.

DeYoung *et al.* (2019) reportan valores medios de 9 % de PC, en *Acacia rigidula* lo cual es semejante a lo observado en el presente estudio, dicho nivel es adecuado para cubrir los requerimientos del venado cola blanca. *Prosopis glandulosa*

Tabla 2. Concentración de nutrientes de las especies forrajeras que componen la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) en el matorral desértico micrófilo.

Table 2. Nutrient concentration of forage species that make up the diet of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) in a microphyllous desert scrub.

Especies	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)	Extracto etereo (%)	Cenizas (%)	Extracto libre nitrógeno (%)
<i>Prosopis glandulosa</i>	15.42 $\pm$ 0.36 ^a	30.16 $\pm$ 1.29 ^b	3.06 $\pm$ 0.32 ^{abc}	7.36 $\pm$ 0.32 ^{de}	44.00 $\pm$ 1.38 ^c
<i>Mimosa zygomphylla</i>	12.71 $\pm$ 0.48 ^b	23.79 $\pm$ 1.45 ^{cd}	3.49 $\pm$ 0.25 ^{ab}	8.33 $\pm$ 0.29 ^{cde}	51.67 $\pm$ 1.41 ^b
<i>Leucophyllum frutescens</i>	11.08 $\pm$ 0.31 ^c	27.27 $\pm$ 0.79 ^{bc}	3.59 $\pm$ 0.12 ^a	7.38 $\pm$ 0.09 ^{de}	50.17 $\pm$ 1.06 ^b
<i>Diospyros texana</i>	15.83 $\pm$ 0.49 ^a	21.80 $\pm$ 0.78 ^d	2.96 $\pm$ 0.18 ^{bc}	9.92 $\pm$ 0.71 ^b	49.48 $\pm$ 3.91 ^b
<i>Acacia rigidula</i>	15.96 $\pm$ 0.03 ^a	20.76 $\pm$ 0.78 ^d	3.24 $\pm$ 0.17 ^{abc}	7.15 $\pm$ 0.26 ^e	52.58 $\pm$ 0.72 ^{ab}
<i>Dasyochloa pulchella</i>	6.1 $\pm$ 0.10 ^{ce}	34.23 $\pm$ 2.97 ^a	1.88 $\pm$ 0.10 ^e	13.88 $\pm$ 0.78 ^a	43.91 $\pm$ 2.19 ^c
<i>Setaria leucophylla</i>	6.92 $\pm$ 0.18 ^c	30.30 $\pm$ 0.79 ^b	2.71 $\pm$ 0.13 ^{cd}	6.99 $\pm$ 0.31 ^e	53.07 $\pm$ 2.77 ^{ab}
<i>Hilaria mutica</i>	7.13 $\pm$ 0.32 ^c	25.52 $\pm$ 1.58 ^c	1.89 $\pm$ 0.79 ^e	8.96 $\pm$ 0.64 ^{cb}	56.50 $\pm$ 1.87 ^a
<i>Opuntia engelmannii</i>	5.30 $\pm$ 0.28 ^e	30.74 $\pm$ 1.15 ^{ab}	2.20 $\pm$ 0.11 ^{de}	8.81 $\pm$ 0.47 ^{cb}	52.94 $\pm$ 1.19 ^{ab}
<i>Opuntia leptocaulis</i>	5.27 $\pm$ 0.18 ^e	27.19 $\pm$ 1.45 ^{bc}	2.28 $\pm$ 0.13 ^{de}	9.03 $\pm$ 0.43 ^{cb}	56.23 $\pm$ 1.45 ^a

En columnas, medias con diferentes superíndices difieren ($P < 0.05$).

In columns, means with different superscripts differ ($P < 0.05$).



es ampliamente consumida por el venado cola blanca en el norte de México (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2023) y también presentó un alto contenido de PC. Dichos valores no difirieron ($P>0.05$) de *Diospyros texana* y *A. rigidula*. De acuerdo con Gallina (1993) y Ramírez *et al.* (1996), el pastoreo de arbustivas es la base de la dieta del venado cola blanca. Particularmente en sitios donde la escasez de herbáceas es notoria (Campbell y Hewitt, 2014). En el sitio de estudio se ha observado que no hay diferencia entre la contribución de los arbustos a la dieta y su disponibilidad en el hábitat. Esto significa que los venados consumen estas especies al azar o en proporción a su disponibilidad. Al respecto, Fulbright and Ortega-Santos (2007) mencionan que la ingesta de arbustos por parte del venado sirve como puente nutricional entre los períodos de disponibilidad de forraje. El venado cola blanca tiene una fuerte preferencia por las herbáceas en comparación con los pastos, ya que estas son generalmente más digeribles y tienen un mayor valor nutricional que los arbustos (Ramírez, 2004; Fulbright and Ortega-Santos, 2007).

Los niveles de PC oscilaron entre 5.7 y 15.96 % en las plantas que selecciona el venado cola blanca. Estos niveles corresponden a niveles máximos de las plantas dado que en esta época las lluvias habían comenzado. Los niveles más altos se presentaron en las plantas leguminosas. Los niveles de PC en *Acacia rigidula* han sido reportados por Gastelum Mendoza *et al.* (2020) en la misma zona donde este trabajo se llevó a cabo. Tanto *Acacia berlandieri* como *Acacia rigidula* son plantas forrajeras altamente consumidas por el venado cola blanca. Ramírez *et al.* (1996) observaron que en el norte de México ambas arbustivas constituyeron 75 % de la dieta anual del venado cola blanca.

Diospyros texana fue otra arbustiva con un alto nivel de PC, sin diferencia ($P>0.05$) en comparación con *A. rigidula* y *P. glandulosa*. Este arbusto ha sido poco utilizado por el venado cola blanca en otro estudio en el norte de México (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2023). Es importante mencionar que la selección de forrajes de alto contenido de PC apoyaría el aumento de la demanda de proteínas para satisfacer las necesidades fisiológicas del venado cola blanca durante la primavera (Robbins, 1993) y habría aumentado a lo largo del año debido a que los requerimientos de PC aumentan en el tercer trimestre de gestación (Parker *et al.*, 2005). Tras no considerar estaciones específicas en este estudio, la PC sigue siendo un nutriente restrictivo, que se ha sugerido como limitante, en particular durante la lactancia del venado cola blanca (Turner *et al.*, 2025).

Las gramíneas mostraron valores más bajos de PC (6.1-6.9 %), por lo que los pastos son seleccionados en baja cantidad por el venado cola blanca, particularmente en verano e invierno (DeYoung *et al.*, 2019). Por lo tanto, mantener y promover la diversidad de comunidades vegetales debería ser un objetivo de gestión en UMAS con venado cola blanca, evitando la expansión de pastos invasores.

Las plantas que consume el venado cola blanca con el menor contenido de PC fueron *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis*. Gastelum-Mendoza *et al.* (2023) han

documentado el uso de estas plantas en la dieta de los venados en el centro de Coahuila. Villarreal Espino-Barros (2006) ha documentado también el uso de cactáceas por el venado en el estado de Puebla. El nopal (*Opuntia* spp.) es la suculenta más común, presente en siete estudios reportados por Krausman *et al.* (1997). El uso de esta planta por los ciervos fue bajo durante la mayoría de las temporadas, pero se documentó un uso alto y medio, durante la primavera y el verano. La composición de la dieta probablemente varía como resultado de la influencia climática en la disponibilidad relativa y la fenología de las especies vegetales (Dykes, 2020). No obstante, existen estudios que la selección de la dieta está determinada por el equilibrio de nutrientes y respalda la idea de que evitar la toxicidad de los nutrientes se considera lo primero en la jerarquía de la toma de decisiones (Ceacero *et al.*, 2015). El uso de cactáceas por el venado cola blanca sugieren que presentan bocados más pequeños y dietas de mayor calidad, aún de plantas de escasos nutrientes. En promedio, los venados cola blanca consumen bocados un 15 % más pequeños que los venados bura, por lo que cosechan el forraje un 25 % más lentamente, pero sus dietas son más altas en proteína digestible y más bajas en contenido de taninos que las de los venados bura (Berry *et al.*, 2019).

Los pastos que consume el venado cola blanca en este ecosistema presentaron niveles bajos de PC sin diferencia ($P>0.05$) entre ellos. Los contenidos proteicos de la dieta, considerados adecuados para el mantenimiento y la producción de venados, se sitúan entre el 4 % y el 9 % y el 16 % y el 22 %, respectivamente. Ha resultado difícil utilizar un enfoque factorial para describir las necesidades proteicas de los ciervos, debido a la falta de información sobre las tasas basales de excreción endógena de nitrógeno, la salida de proteína metabolizable del rumen y la eficiencia de su utilización. Las diferencias en la función digestiva entre los ciervos y otros rumiantes implican que los datos de bovinos y ovinos podrían no ser aplicables a los ciervos (Dryden, 2011). Entonces, el contenido de PC de los pastos que usa el venado cola blanca serviría para el mantenimiento de estos animales, pero no para los procesos productivos.

Las suculentas presentaron un contenido de PC extremadamente bajo (5.2-5.3 %). En la región del estudio se encuentran numerosas especies de cactus, y los frutos del nopal (*Opuntia engelmannii*) son particularmente importantes en la dieta de los venados (Arnold y Drawe, 1979). Muchos arbustos en el oeste del sur de Texas son caducifolios resistentes a la sequía y presentan defensas contra el pastoreo, incluyendo espinas, defensas químicas y respuestas como el crecimiento compensatorio y la ramificación (DeYoung, 2011). Al menos algunas especies de este grupo de plantas leñosas evolucionaron bajo un rico grupo de animales que pastan y ramonean, mucho más disruptivos para las comunidades vegetales que el venado de cola blanca.

En cuanto a la FC, todas las especies mostraron valores altos (20.7-34.2 %), lo cual es común en plantas de pastizal de zonas áridas. En relación al contenido de EE de las especies forrajeras estudiadas, las leguminosas fueron las que

presentaron valores superiores (2.96-3.59 %), seguidas de las suculentas (2.2-2.28 %), y finalmente los pastos presentaron los valores más bajos (1.88-2.71 %). El contenido total de C, presentó valores muy cercanos entre todas las especies (7-9.9 %), y solamente *Dasylochloa pulchella* presentó un valor alto (13.88 %). En cuanto a los valores de EM (Figura 3), se observan concentraciones muy semejantes (2.07-2.59 Mcal/kg), lo cual es común en plantas de zonas áridas, y solamente *Dasylochloa pulchella* presentó un valor relativamente bajo (1.89 Mcal/kg), aunque cabe aclarar que esta especie solo se analizó en dos sitios de muestreo, ya que en el resto no se encontró esta especie.

El contenido de FC fue mayor ($P<0.01$) en las cactáceas, comparado con otras especies arbustivas. Las Opuntias son plantas que se caracterizan por sus fibras tanto insolubles como solubles. Gracias a la fibra dietética soluble (pectina), que contribuye a sus propiedades físicas y a su alto contenido en antioxidantes (flavonoides, ascorbato), además de pigmentos, las Opuntias constituyen una fuente importante de forrajes para los ungulados en las zonas desérticas (Pastorelli *et al.*, 2022).

Referente al contenido de C, *Dasylochloa pulchella*, presentó casi el doble ($P<0.01$) de minerales que el resto de las plantas analizadas. El calcio, el potasio, el fósforo, el magnesio y el sodio son importantes para el venado cola blanca. El calcio y el potasio son probablemente lo que buscan los ciervos cuando comen *Dasylochloa pulchella*, aunque también se podría argumentar en favor del sodio. El venado cola blanca necesita calcio. Es necesario para la contracción muscular, la formación y el fortalecimiento de los huesos, la conducción

de los impulsos nerviosos por todo el cuerpo, la coagulación sanguínea, el mantenimiento de un ritmo cardíaco normal y otros procesos importantes (Turner *et al.*, 2025). Las hembras lactantes suministran calcio a sus crías, y el calcio constituye aproximadamente el 20 % de las astas endurecidas de un macho. El calcio se almacena en los huesos y los dientes (Sun *et al.*, 2019; Tajchman *et al.*, 2020). Entonces, el venado cola blanca parece inclinarse a consumir este pasto en particular para satisfacer sus necesidades de minerales.

Con relación a la EM, *Diospyros texana* y *Acacia rigidula* fueron las plantas con mayor ($P<0.01$) concentración de energía, comparadas con el resto de los forrajes analizados, y que forman parte de la dieta del venado cola blanca en el sitio de estudio. Por el contrario, *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* fueron las arbustivas con el menor ($P<0.01$) contenido de EM de las plantas que suelen consumir los venados cola blanca.

Las estimaciones promedio reportadas de la energía digestible diaria requerida para el mantenimiento de la masa corporal del venado cola blanca oscilan entre 661 y 674 kJ/kg de masa corporal (0.75) para hembras adultas (Ullrey, 1970; Cowan and Clark, 1981) y entre 603 y 833 kJ/kg de masa corporal (0.75) (Thompson *et al.*, 1973) para cervatillos. Sin embargo, Ullrey *et al.* (1970) también proporcionaron estimaciones de energía digestible diaria de 812, 569 y 515 kJ/kg de masa corporal (0.75) para períodos de 1 a 3, 4 a 6 y 6 a 9 semanas, respectivamente, basándose en ensayos de alimentación. Los requerimientos diarios de ingesta de energía digestible previstos para el mantenimiento del venado cola blanca considerando la masa corporal (kJ/kg de

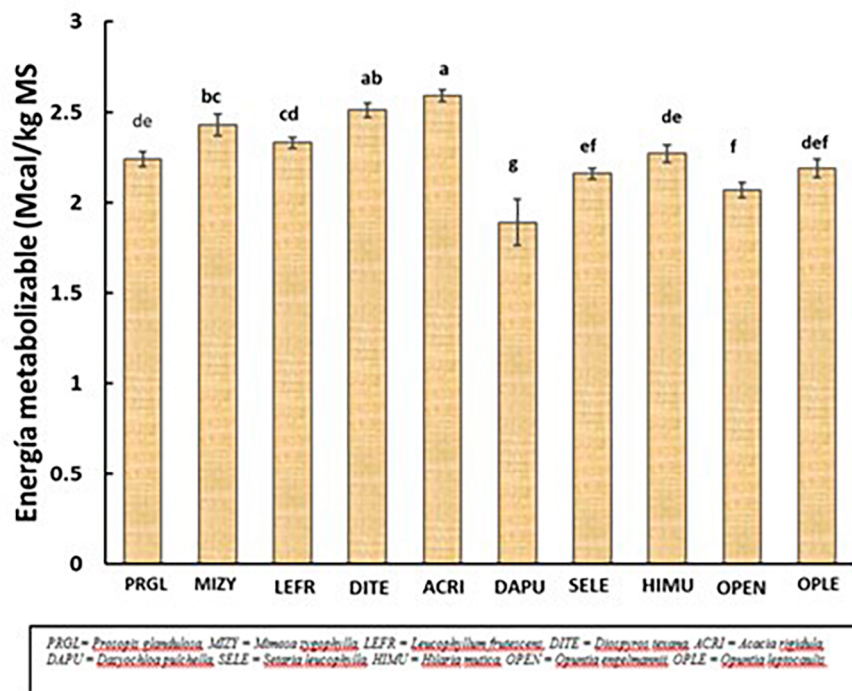


Figura 3. Concentración de energía metabolizable en las especies forrajeras estudiadas. Barras con diferentes letras difieren ($P<0.05$).

Figure 3. Concentration of metabolizable energy in the forage species studied. Bars with different letters differ ($P<0.05$).

masa corporal 0.75) oscilaron entre 820 ± 168 EE al inicio del ensayo y 357 ± 42 EE al finalizarlo. Estos datos demostraron que los requerimientos diarios de energía digestible para el mantenimiento disminuyen durante períodos prolongados de restricción energética y que los valores reportados previamente podrían sobreestimar los requerimientos para ciervos en latitudes australes (Strickland *et al.*, 2005). La estimación de EM de algunas de las plantas en el presente estudio rebasa estos valores, por lo que *Diospyros texana* y *Acacia rigidula* son forrajes claves para la alimentación del venado cola blanca en el sitio de estudio.

Finalmente, en relación al aporte total de nutrientes (Tabla 3) en la dieta emulada a partir del estudio de composición botánica de Lozano-Cavazos *et al.* (2020), se observaron valores promedio de 10.95 % de PC, 7.95 % de C, 2.88 % de EE, 27.41 % de FC, así como 2.28 Mcal/kg de EM y una DIVMS de 60.46 %, lo cual indica que dichos aportes nutricionales sí cumplen con los requerimientos necesarios para el venado cola blanca, ya que éstos seleccionan muy bien su dieta para conseguirlo (Mysterud, 1998), compensando así las deficiencias que pudiesen presentarse durante el período de sequía (Arceo *et al.*, 2005).

Limitaciones del estudio

Se reconocen limitaciones del presente estudio inherentes al espacio limitado, tiempo restringido de muestreo y número insuficiente de especies forrajeras estudiadas. La inferencia de estos resultados aplica básicamente, a la UMA San Juan, a condiciones de verano, y a una fracción de plantas forrajeras seleccionadas por el venado cola blanca. Por lo tanto, es necesario ampliar este estudio incluyendo el análisis nutricional de especies herbáceas, que han presentado concentraciones de proteína cruda y de fósforo más altas en las plantas jóvenes que en las leguminosas.

El sitio de muestreo suele ser una fuente de variación en el contenido de los nutrientes, por lo tanto, en futuros estudios, el sitio debe analizarse como una fuente adicional

de variación. Es importante estudiar, en un futuro, los niveles específicos de minerales, particularmente el fósforo, un elemento universalmente deficiente en zonas áridas y semiáridas para los cérvidos.

CONCLUSIONES

Con base en las necesidades nutricionales diarias estimadas para el mantenimiento, gestación y lactancia de venadas cola blanca de 45 kg durante el verano, la proteína de las arbustivas, particularmente, *Prosopis glandulosa*, *Mimosa zygophylla* y *Diospyros texana* fue adecuada durante el periodo de muestreo. Las gramíneas presentaron contenidos de nutrientes insuficientes para el mantenimiento de las venadas cola blanca. Las suculentas como *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* fueron forrajes con escasa proteína, aunque los frutos de estas suculentas son comunmente consumidos por el venado cola blanca.

Un análisis más exhaustivo, que incorpore los arbustos y las hierbas disponibles, junto con la consideración de las variaciones estacionales de la dieta, podría ofrecer una comprensión más sólida del impacto de las diversas especies forrajeras del área de estudio en la calidad nutricional del venado cola blanca en futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal a cargo de Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México, por brindar las instalaciones necesarias durante este trabajo. Así mismo a la UAAAN por el financiamiento del Proyecto: 38111- 425203001 -2507

CONFLICTO DE INTERESES

Todos los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Tabla 3. Aportes nutricionales de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) en el matorral desértico micrófilo.

Table 3. Nutritional contributions of the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) diet in a microphyllous desert scrub.

Especie	PC %			C %			EE %			FC %			EM Mcal/Kg			DIVMS %		
	FRA	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido	Aporte	Contenido
<i>Prosopis glandulosa</i>	20.63	15.42	3.18	7.36	1.52	3.06	0.63	30.16	6.22	2.24	0.46	54.96	11.34					
<i>Mimosa zygophylla</i>	2.57	12.71	0.33	8.33	0.21	3.49	0.09	23.79	0.61	2.43	0.06	54.05	1.39					
<i>Leucophyllum frutescens</i>	13.76	11.08	1.52	7.38	1.02	3.59	0.49	27.27	3.75	2.33	0.32	61.02	8.40					
<i>Diospyros texana</i>	4.41	15.83	0.70	9.92	0.44	2.96	0.13	21.80	0.96	2.51	0.11	65.08	2.87					
<i>Acacia rigidula</i>	16.84	15.96	2.69	7.15	1.20	3.24	0.55	20.76	3.50	2.59	0.44	57.67	9.71					
<i>Dasyochloa pulchella</i>	2.63	6.10	0.16	13.88	0.36	1.88	0.05	34.23	0.90	1.89	0.05	61.75	1.62					
<i>Setaria leucophylla</i>	15.41	6.92	1.07	6.99	1.08	2.71	0.42	30.30	4.67	2.16	0.33	62.97	9.70					
<i>Hilaria mutica</i>	2.46	7.13	0.18	8.96	0.22	1.89	0.05	25.52	0.63	2.27	0.06	67.97	1.67					
<i>Opuntia engelmannii</i>	10.78	5.30	0.57	8.81	0.95	2.20	0.24	30.74	3.31	2.07	0.22	62.20	6.70					
<i>Opuntia leptocaulis</i>	10.51	5.27	0.55	9.03	0.95	2.28	0.24	27.19	2.86	2.19	0.23	67.05	7.05					
Total dieta	100.00		10.95		7.95		2.88		27.41		2.28		60.46					

PC= proteína cruda, FC= fibra cruda C= cenizas, EE= extracto etéreo, EM= energía metabolizable, DIVMS= digestibilidad in vitro de la materia seca. FRA corresponde a la frecuencia relativa ajustada de Lozano-Cavazos (2020).

CP= crude protein, CF= crude fiber, C= ash, EE= ether extract, ME= metabolizable energy, IVDMD= in vitro dry matter digestibility. FRA corresponds to the adjusted relative frequency of Lozano-Cavazos (2020).

REFERENCIAS

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis (13th eds). Washington D.C.
- Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S. y Pérez, L.A. 2005. Diet diversity of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*. 69: 1–10.
- Arnold, L.A., Jr. y Drawe, D.L. 1979. Seasonal food habits of white-tailed deer in the South Texas Plains. *Journal of Range Management*. 32: 175–178.
- Berry, S.L., Shipley, L.A., Long, R.A. y Loggers, C. 2019. Differences in dietary niche and foraging behavior of sympatric mule and white-tailed deer. *Ecosphere*. 10(7): e02815.
- Cain, J.W., Gedir, J.V., Marshal, J.P., Krausman, P.R., Allen, J.D., Duff, G.C., Jansen, B.D. y Morgart, J.R. 2017. Extreme precipitation variability, forage quality and large herbivore diet selection in arid environments. *Oikos*. 126(10): 1459–1471.
- Campbell, T.A. y Hewitt, D.G. 2014. Mineral metabolism by white-tailed deer fed diets of guajillo. *Southwestern Naturalist*. 49(3): 367–375.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., Olguín, A., Miranda, M., García, A., Martínez, A., Cassinello, J., Miguel, V. y Gallego, L. 2015. Avoiding toxic levels of essential minerals: a forgotten factor in deer diet preferences. *PloS one*. 10: e0115814.
- Cowan, R.L. y Clark A.C. 1981. Nutritional requirements. In: Diseases and parasites of white-tailed deer. Tall Timbers. Pp. 72–86. Research Station. Miscellaneous Publication 7., Tallahassee, Florida.
- DeYoung, C.A., Fulbright, T.E., Hewitt, D.G., Wester, D.B., Draeger, D.A., DeYoung, C.A., Fulbright, T.E., Hewitt, D.G., Wester, D.B., Draeger, D.A., Gann, K.R., Folks, D.J., Hewitt, D.G., DeYoung, C.A., Fulbright, T.E., Wester, D.B., Draeger, D.A., Darr, R.L., Williamson, K.M. y Draeger, D.A. 2019. Linking white-tailed deer density, nutrition, and vegetation in a stochastic environment. *Wildlife Monographs*. 202(1): 1–63.
- DeYoung, R.W. y Miller, K.V. 2011. White-tailed deer behavior. Pp. 311–351. in D. G. Hewitt, editor. *Biology and management of white-tailed deer*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- DOF. 1980. Acuerdo que establece el calendario y regula el ejercicio de la caza consultado el 12 de febrero 2023 disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4854403&fecha=09/06/1980
- Dryden, G.McL. 2016. Nutrition of antler growth in deer. *Animal Production Science*. 56(6): 962–970.
- Dykes, J.L., Strickland, B.K., Demarais, S., Reynolds, D.B. y Lashley, M.A. 2020. Diet selection of white-tailed deer supports the nutrient balance hypothesis. *Behavioural Processes*. 179: 104196.
- Fullbright, P. y Ortega-Santos, A. 2007. *Ecología y manejo de venado cola blanca*. EE. UU.: Texas A&M University, Press.
- Gallina, S. 1993. White-tailed deer and cattle diets in La Michilía, Durango, Mexico. *Journal of Range Management*. 46(6): 487492.
- Gastelum-Mendoza, F.I., Cantú Ayala, C.M., Uvalle-Sauceda, J.I., Lozano-Cavazos, E.A., Serna-Lagunes, R. y González Saldívar, F.N. 2020. Importancia del matorral desértico micrófilo para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Mearns, 1898) en Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 11(62).
- Gastelum-Mendoza, F.I., González Saldívar, F.N., Cantú Ayala, C.M., Uvalle Saucedo, J.I., Guerrero Cárdenas, I. y Lozano-Cavazos, E.A. 2023. Forage diversity and selection in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) in Coahuila, Mexico. *Agro Productividad*. 16(1): 97–107.
- González-Maldonado, J., Muñoz-García, C., Serna-Lagunes, R., Salazar Ortiz, J., Gallegos-Sánchez, J. y Cortez Romero, C. 2021. Reproductive management in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Zimmermann). *Agro Productividad*. (IV). <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2063>
- Holter, J.B., Hayes, H.H. y Smith, S.H. 1979. Protein requirements of yearling white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*. 43: 872–879. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3808270>
- Krausman, P.R., Kuenzi, A.J., Etchberger, R.C., Rautenstrauch, K.R., Ordway, L.L. y Hervet, J.J. 1997. Diets of desert mule deer J. *Range Manage*. 50(5): 513–522.
- López-Pérez, E., Serrano-Aspeitia, N., Aguilar-Valdés, B.C. y Herrera-Corredor, A. 2012. Nutritional composition of the diet of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* ssp. *mexicanus*) in Pitzotlán, Morelos. *Chapingo Journal Series Forest and Environmental Sciences*. XVIII(2): 219–229. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa2011.01.006>
- López-Tellez, M.C., Mandujano, S. y Yañez, G. 2007. Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana. *Acta Zoológica Mexicana*. 23(3): 1–16. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/575/57523301.pdf>
- Lozano, E., Gastelum, M.F., Résendiz, D.L., Romero, F.G., González, S.F. y Uvalle, S.J. 2020. Composición de la dieta del venado cola blanca identificada en contenido ruminal en Coahuila, México. *Agroproductividad*. 13(6): 49–54. <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1702/1327>
- Mandujano, S. 2011. Consideraciones ecológicas para el manejo del venado cola blanca en UMA extensiva en bosques tropicales. En: Sánchez Ó, Zamorano P, Peters E, Moya H (eds). *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México. pp: 249–275.
- Mellado, M., Orta, C., Lozano, E.A., García, J.E., Veliz, F.G. y de Santiago, A. 2012. Factors affecting reproductive performance of white-tailed deer subjected to fixed-time artificial insemination or natural mating. *Reproduction, Fertility and Development*. 25: 581–586. <https://doi.org/10.1071/RD12055>
- Mendoza Hernández, J.M. 2010. Escenarios climáticos para Coahuila. Secretaría del Medio Ambiente. Estado de Coahuila de Zaragoza. pp. 125.
- Mysterud, A. 1998. The relative roles of body size and feeding type on activity time of temperate ruminants. *Oecologia*, 113: 422–446. Obtenido de <http://folk.uio.no/atlemy/pdf/art5.pdf>
- Ocaña-Parada, C. de J., Villareal Espino-Barros, O.A., Barrera-Rodríguez, E., Martínez-Ramírez L.P. y Serna-Lagunes R. 2020. Capacidad de carga de *Odontileus virginianus* en dos tipos de vegetación, Chiapas, México. *Revista de Geografía Agrícola*. 65: 109–124. Disponible en: <https://doi.org/10.5154/r.rga.2020.65.06>
- Ortega, S., Mandujano, S., Villarreal, J., Di Mare, M.I., LópezArevalo, H., Molina, M. y Correa-Viana, M. 2011. Managing white-tailed deer: Latin América. In Hewitt, D. G (Ed.), *Biology and management of White-tailed deer* (pp. 565–585). Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Parker, K.L., Barboza, P.S., Stephenson, T.R. 2005. Protein conservation in female caribou (*Rangifer tarandus*):

- effects of decreasing diet quality during winter. *Journal of Mammalogy*. 86: 610–622.
- Pastorelli, G., Serra, V., Vannuccini, C. y Attard, E. 2022. *Opuntia* spp. as alternative fodder for sustainable livestock production. *Animals*. 12(13): 1597.
- Plata, F.X., Ebergeny, S., Resendiz, J.L., Villarreal-Espino, O., Bárcena, R., Viccon, J.A. y Mendoza, G.D. 2009. Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 41, 123–129. doi:10.4067/S0301732X2009000200005
- Ramírez-Lozano, R.G. 2004. Nutrición del venado cola blanca. Nuevo León, México: Fundación Produce-Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Ramírez, R.G., Haenlein, G.F., Trevino, A. y Reyna, J. 1996. Nutrient and mineral profile of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) diets in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*. 23: 7–16.
- Robbins, C.T. 1993. *Wildlife feeding and nutrition*, 2nd ed. Academic Press, New York.
- Robinson, P.H. 2000. Predicting the energy value of feeds. *Feedstuffs*. 72: 187.
- Salmorán-Gómez, C. (28 de Junio de 2018). *SciELO*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242019000400986
- SEMARNAT. 2015. Información al trámite SEMARNAT-08-044 licencia de caza deportiva consulta: 07 de febrero 2023 disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-08-044>
- SEMARNAT. 2022. Características de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre(UMA) consulta: 10 de febrero 2023 disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_BIODIV04_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce
- Smith, S.H., Holder, J.B., Hayes, H.H. y Silver, H. 1975. Protein requirements of white tailed deer fawns. *Journal of Wildlife Management*. 39: 582–589. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/3800401>
- Strickland, B.K., Hewitt, D.G., DeYoung, C.A. y Bingham, R.L. 2005. Digestible energy requirements for maintenance of body mass of white-tailed deer in southern Texas. *Journal of Mammalogy*. 86(1): 56–60.
- Sun, W., Zhao, H., Bao, K., Li, C. y Li, G. 2019. Dietary calcium supplementation affects nutrient digestibility and antler-production performance during the antler-velvet growth period of male sika deer. *Animal Production Science*. 59(9): 1689.
- Swartout, T.J., Newbolt, C.H., Steury, T.D., Gulsby, W.D. y Ditchkoff, S.S. 2023. Influence of maternal characteristics and reproductive history on recruitment in an iteroparous ungulate. *Evolutionary Ecology*. 37(4): 669–689.
- Tajchman, K., Bogdaszewski, M. y Kowalczyk-Vasilev, E. 2020. Effects of supplementation with different levels of calcium and phosphorus on mineral content of first antler, bone, muscle, and liver of farmed fallow deer (dama dama). *Canadian Journal of Animal Science*. 100(1): 17–26.
- Tassone, S., Fortina, R. y Peiretti, P.G. 2020. In vitro techniques using the Daisyll incubator for the assessment of digestibility: A Review. *Animals*. 10: 775.
- Thompson, C.B., Holter, J.B., Hayes, H.H., Silver, H. y Urban, W.E., Jr. 1973. Nutrition of white-tailed deer, I: energy requirements of fawns. *Journal of Wildlife Management*. 37: 301–311.
- Turner, M.A., Harper, C.A., Lashley, M.A., Strickland, B.K. y Wilber, M.Q. 2025. Plant nutrient concentrations inform white-tailed deer diet limitations. *Journal of Environmental Management*. 375: 124186.
- Ullrey, D.E., Youatt, W.G., Johnson, H.E., Fay, L.D., Schoepke B.L. y Magee, W.T. 1970. Digestible and metabolizable energy requirements for winter maintenance of Michigan white-tailed does. *Journal of Wildlife Management*. 34: 863–869.
- Villarreal Espino-Barros, O.A., Guevara Vierab, R., Hernández-Hernández, J.E., Camacho Ronquilloa, J.C., Galicia-Domínguez, J.A. y Arcos-García, J.L. 2006. El venado cola blanca en la Mixteca Poblana: Conceptos y métodos para su conservación y manejo. Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Fundación PRODUCE, Puebla, A. C., Mazamitli, A. C.
- Villarreal Espino-Barros, O.A., Guevara-Viera, R., Franco Guerra, F.J., Hernández-Hernández, Jorge, E., Romero-Castañón, S. y Barrera-Hernández, T. 2008. Evaluación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre del venado cola blanca en la región Mixteca, México. *Zootecnia Tropical*. 26(3): 395–398. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000300053&Ing=en&lng=