



Capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México



Fernando Isaac Gastelum Mendoza ^a

Fernando Noel González Saldívar ^a

Eloy Alejandro Lozano Cavazos ^b

José Isidro Uvalle Saucedo ^a

Guillermo Romero Figueroa ^c

Enrique de Jesús Ruíz Mondragón ^c

César Martín Cantú Ayala ^{a*}

^a Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, 67700 Nuevo León, México.

^b Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

^c Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Ciencias, Ensenada, Baja California, México.

*Autor de correspondencia: cantu.ayala.cesar@gmail.com

Resumen:

El venado cola blanca se distribuye en los matorrales desérticos de México y representa una importancia ecológica y económica. El conocimiento sobre la producción de forraje en su hábitat es fundamental para diseñar planes de manejo. El objetivo fue evaluar la producción de biomasa aérea en un matorral desértico micrófilo y la capacidad de carga (K) del venado cola blanca para que sirva de referencia en el manejo extensivo de esta especie en el municipio de Monclova, Coahuila, al norte de México. La investigación se realizó en la

Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre “Rancho San Juan”, desde octubre de 2018 a agosto de 2019. Para estimar la producción en los estratos alto, medio y bajo, se empleó el método de Adelaide. La estimación de K se basó en el modelo de Holechek. Se calculó una producción promedio de 621.19 kg MS ha⁻¹. El estrato medio contribuyó con la mayor producción (377.77 ± 73.92 kg MS ha⁻¹), y el estrato alto presentó la menor (37.59 ± 23.59 kg MS ha⁻¹). Se registró la mayor producción en verano y otoño, con valores de 744.35 y 607.93 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Se estimó K en 4.94 ha por venado anualmente, equivalente a 209 venados en una superficie de 1,030 ha. Sin embargo, mediante un censo aéreo en octubre de 2020, se estimó una densidad de 1.77 ha por venado o 582 venados en las mismas 1,030 ha. Aunque este análisis sugiere un sobreuso del hábitat, se observa que, el mejoramiento del hábitat puede mantener el crecimiento poblacional de venados.

Palabras clave: Biomasa aérea, Densidad, Matorral desértico micrófilo, Método de Adelaide, Modelo de Holechek.

Recibido: 13/05/2024

Aceptado: 28/06/2024

El manejo sostenible del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) implica la evaluación de su capacidad de carga (K). Este parámetro, intrínseco a las condiciones del hábitat, se define como la cantidad de animales que el agostadero puede sostener por unidad de superficie sin causar deterioro en la comunidad vegetal u otros recursos⁽¹⁾. Además, es útil para identificar las fluctuaciones en la producción y calidad del forraje natural⁽²⁾. Este valor varía constantemente en tiempo y espacio, influenciado por factores denso-independientes como la disponibilidad de alimento, agua, cobertura y espacio utilizables, así como por factores denso-dependientes relacionados con el aumento del número de animales por unidad de área⁽³⁾.

Aunque existen diversos modelos para estimar K, aquellos que incorporan la producción de forraje ofrecen valores útiles como guía de manejo para los propietarios de agostaderos en el norte de México^(1,3). La consideración de las tendencias en la producción de biomasa vegetal, la cual se define como la cantidad de materia orgánica por unidad de superficie que se utiliza como fuente de energía por los herbívoros⁽¹⁾, y la utilización del forraje en el concepto de K es significativa: un descenso en la producción del forraje para el venado indica que la densidad de animales está superando la capacidad de carga⁽⁴⁾. A diferencia del clima, la disponibilidad y producción de forraje son elementos del hábitat que se pueden influir mediante técnicas de mejoramiento de hábitat. Sin embargo, Fulbright y Ortega⁽³⁾ indican

que, es importante considerar que los resultados de estos modelos deben considerarse como estimaciones aproximadas. Además, es recomendable llevar a cabo estimaciones específicas para determinar K en cada región donde se manejen poblaciones de venado cola blanca y evitar generalizar los resultados hacia otras regiones y tipos de ecosistemas⁽⁴⁾. Esto se debe principalmente a las variaciones en las condiciones de producción de forraje en cada región.

Además, la densidad poblacional de venado cola blanca varía geográficamente. Por ejemplo, la Meseta de Edwards en Texas, Estados Unidos de América, ostenta la mayor densidad de venado cola blanca en el mundo, con más de 0.45 venados ha⁻¹⁽³⁾. En contraste, parte de las regiones de High Plains y Rolling Plains mantienen menos de 0.15 venados ha⁻¹. Además, la densidad de venados en las regiones de Cross Timbers y South Texas Plains se sitúa entre 0.15 y 0.30 venados ha⁻¹⁽³⁾. Aunque el venado cola blanca estuvo al borde de la extinción durante la década de 1970 debido a la cacería furtiva y la degradación del hábitat, se estima que, la densidad poblacional en el norte de México oscila entre 0.10 y 0.20 venados ha⁻¹⁽⁵⁾.

En México, Navarro *et al*⁽⁶⁾ informan una densidad de 0.03 venados ha⁻¹ en la Sierra El Laurel, en Tlachichila, Zacatecas. En la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, Gallina⁽⁷⁾ estimó K en 0.22 venados ha⁻¹. Para un bosque tropical seco en Jalisco, Mandujano⁽⁸⁾ estima este valor en un rango de 0.16 a 0.18 venados ha⁻¹, mientras que, en la región de la mixteca, Villarreal-Espino⁽⁹⁾ la estimó en 0.10 venados ha⁻¹. Aunque el venado cola blanca es una de las especies de herbívoros más estudiadas en Norteamérica, resulta esencial llevar a cabo estas evaluaciones en cada zona donde se practique el manejo extensivo de la especie. Esto es relevante en hábitats fragmentados, debido a que, el valor de K está influenciado por el tamaño y la conectividad de los fragmentos conservados de hábitat⁽⁸⁾.

La capacidad de carga basada en la producción forrajera proporciona los fundamentos conceptuales más prácticos para el manejo extensivo de venados, dado que la cantidad de forraje disponible influye directamente en las tendencias de la población^(6,9). Es por estos motivos que el presente estudio tuvo como objetivo estimar la producción estacional de forraje en un matorral desértico micrófilo en el este de Coahuila, México y calcular el valor de K asociado con el venado cola blanca con el fin de que, esta información sea considerada en los planes de manejo y estrategias de conservación del hábitat de esta especie en el noreste de México.

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionó la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) Rancho San Juan (26° 49' 31.11" N, 101° 01' 57.77" O), localizada en el municipio de Monclova, Coahuila, al norte de México. Esta área se encuentra a una distancia de 38 km en línea recta al este de la cabecera municipal y a 43 km al oeste del municipio de Candela. Los tipos de vegetación predominantes en esta zona son el matorral desértico micrófilo y el matorral desértico rosetófilo, con la presencia de asociaciones de pastizal mediano abierto⁽¹⁰⁾. El clima es seco (BS₀hw), con una temperatura promedio de

21°C. La precipitación anual, varía de 200 mm a 900 mm. La elevación oscila entre 600 y 1,000 msnm⁽¹¹⁾. Dentro de esta UMA, se lleva a cabo el manejo extensivo de una población de venado cola blanca texano en un área que abarca 1,030 ha.

Para estimar los valores de K, se evaluó la producción de forraje, expresada en durante las cuatro estaciones del año: otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019). La producción de forraje se expresó como la cantidad de biomasa aérea por estrato vegetal mediante la aplicación del Método de Adelaide⁽¹²⁾. Para ello, se cuantificó la producción en el estrato alto (superior a 1.5 m de altura) y en el medio (menor a 1.5 m de altura) en un total de 18 parcelas, abarcando 50 m² y 25 m², respectivamente. Este método consistió en seleccionar una unidad representativa de cada planta por especie en las parcelas, teniendo en cuenta su forma y densidad foliar, para estimar el número de unidades de cada ejemplar y especie muestreada. Sin embargo, para el estrato bajo compuesto por pastos y herbáceas, se optó por realizar la cosecha total en 18 parcelas de 1 m², de acuerdo con la metodología propuesta por Chávez⁽¹³⁾. Las muestras de biomasa de pastos y herbáceas, así como las unidades de referencia, se colocaron en bolsas de papel, fueron etiquetadas y sometidas al proceso de secado en un horno tipo INOX. 120VAC. de 60HZ. a 75 °C hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, las muestras se pesaron utilizando una balanza ENTRIS 8201-1S para obtener el peso seco. Estos datos se utilizaron para calcular la producción de biomasa mediante la ecuación proporcionada por Foroughbakhch *et al*⁽¹²⁾:

$$Bt = Ps * ni$$

Donde: Bt= biomasa aérea total en kg MS ha⁻¹; Ps= peso seco de cada una de las muestras de mano; ni= número de repeticiones de la especie i dentro de las parcelas.

Las diferencias en la producción de biomasa estacional se calcularon mediante la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis ($\alpha \leq 0.05$) en la plataforma R Studio⁽¹⁴⁾.

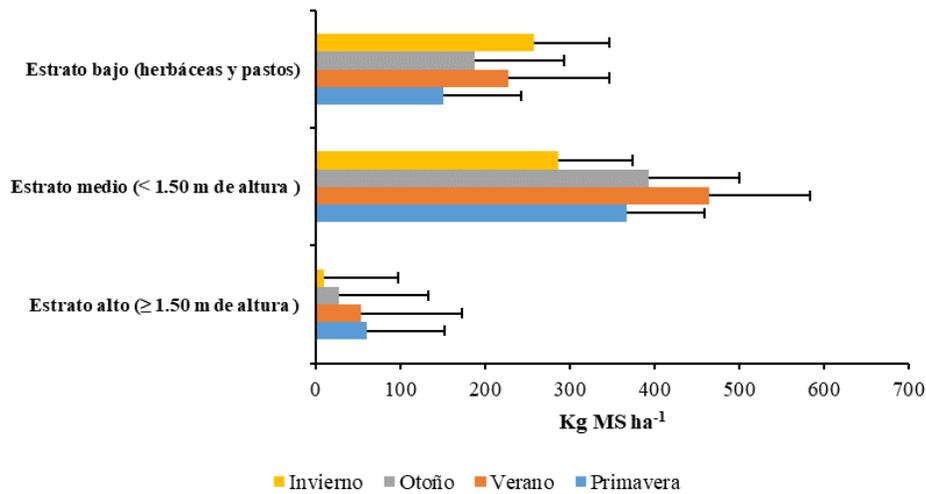
Conociendo la producción de forraje, se calculó la capacidad de carga; la cual, se expresó en número de animales por hectárea al año (venados ha⁻¹). Se decidió considerar únicamente el 25 % de la producción total de biomasa del área, ya que este valor conservador permite realizar una estimación sostenible de la carga animal, con el propósito de mantener una producción de forraje estable a largo plazo⁽¹⁾. Asimismo, se consideró la superficie del área de estudio, la biomasa disponible, el peso vivo del venado y el porcentaje de consumo diario de materia seca, con base a la ecuación descrita por Holechek *et al*⁽¹⁾:

$$K = \frac{PV \times CDMS \times CP}{PMS \times 0.25}$$

Donde: K= capacidad de carga (venados ha⁻¹); PV= peso vivo del animal (kg); CDMS= consumo diario de materia seca (3 % del peso vivo del animal); CP= ciclo de pastoreo (365 días); PMS= producción de materia seca (kg ha⁻¹); 0.25= porcentaje de utilización del forraje (25 %).

La aplicación de esta metodología permitió establecer que el matorral desértico micrófilo anualmente produce un promedio de 2,484.77 kg MS ha⁻¹. Es importante destacar que la producción de biomasa promedio por estación se estimó en 621.20 ± 85.08 kg MS ha⁻¹. Durante el verano y el otoño, se observó un mayor aporte de biomasa (744.36 ± 44.20 kg y 607.93 ± 57.77 kg, respectivamente), mientras que, en invierno se registró la menor producción 553.36 ± 50.12 kg (Figura 1). Es relevante notar que esta producción es relativamente baja en comparación con estudios anteriores en el estado de Tamaulipas⁽¹⁵⁾ que informaron 1,501 ± 492.35 kg MS ha⁻¹ por estación, así como en Zacatecas⁽⁶⁾ con 929.2 ± 401.64 kg.

Figura 1: Producción de biomasa aérea de acuerdo con el estrato vegetal y la estación del año en la UMA Rancho San Juan, municipio de Monclova, Coahuila, México



Las líneas verticales sobre las barras indican el error estándar.

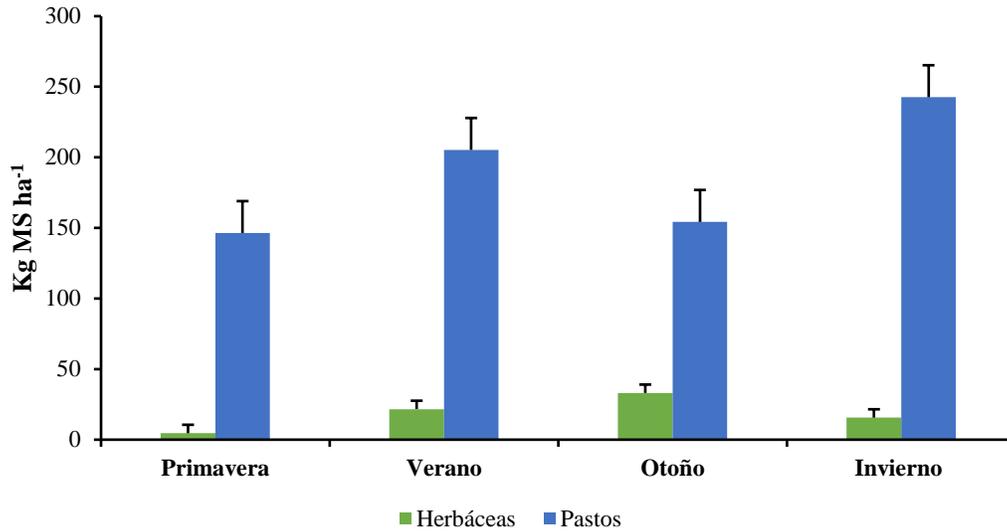
La producción de biomasa del hábitat desempeña una función en el desarrollo de los venados y, por tanto, esta baja producción tiene un impacto directo en la capacidad de carga del matorral. Se ha documentado que un venado adulto requiere un consumo diario de biomasa que oscila entre el 2 % y el 4 % de su peso corporal (60 kg en promedio para un animal adulto y 0.13 unidad animal)^(3,4,16). Sin embargo, este requerimiento varía en función de diversos factores, como el estado fisiológico, la edad del venado, el valor nutricional de las plantas disponibles, la composición de las especies forrajeras y la distribución espacial del forraje⁽¹⁷⁾.

Kie *et al*⁽¹⁶⁾ señalan que el peso corporal de los machos adultos aumenta rápidamente durante la primavera, lo que incrementa su consumo de forraje. Aunque coincide con la estación de menor disponibilidad de forraje natural (Figura 1), las estrategias de suplementación alimentaria en la UMA mantienen la población de venados estable durante esta época del año. Este programa alimentario implica la instalación de 39 comederos artificiales, con el propósito de complementar la dieta y la nutrición natural del venado cola blanca durante las épocas críticas del año, que abarcan desde la primera quincena de marzo hasta finales de octubre. Estos períodos se caracterizan por la escasez de las especies preferidas por esta especie. En los comederos, los venados tienen libre acceso al alimento, que consiste en pellets con un 18 % de proteína cruda (PC), además de semillas de algodón. Estos alimentos, en conjunto, promueven la ganancia de músculo, el desarrollo de las astas y la producción de leche⁽⁴⁾.

Las variaciones estacionales en la producción de biomasa aérea que se observaron en este estudio (Figura 1) coinciden con las fluctuaciones estacionales en el consumo de forraje por parte de los venados, como se ha reportado en el sur de Texas. En esta región, se ha observado una disminución en el consumo de forraje durante el verano, seguida de un aumento en otoño y, finalmente, un descenso en el consumo de forraje durante el invierno⁽¹⁸⁾.

En cuanto a la contribución de los diferentes estratos del matorral, se encontró que, el estrato medio fue el principal aportante de biomasa aérea en las cuatro estaciones del año, destacándose el verano con la mayor cantidad (Figura 1; 1,858.52 kg MS ha⁻¹). Esto se debió principalmente a la precipitación registrada en julio, que alcanzó los 80 mm en el área. Por otro lado, se estimó que los pastos y herbáceas produjeron la mayor cantidad de biomasa aérea durante el invierno (Figura 2; 1,032.70 kg MS ha⁻¹). En contraste, el estrato alto presentó la contribución menor, con una cantidad menor o igual a 250 kg (Figura 1).

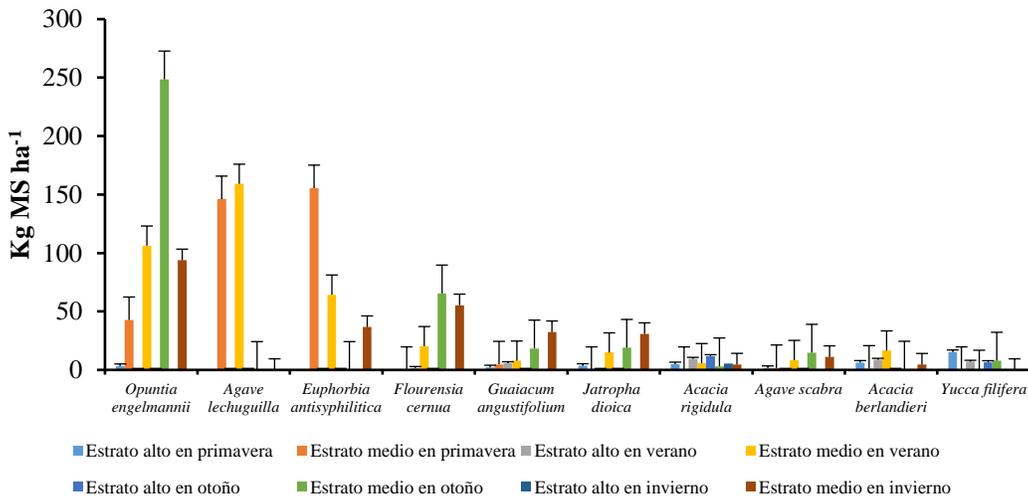
Figura 2: Producción estacional de materia seca de pastos y herbáceas en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México



Las líneas verticales sobre las barras indican el error estándar.

Durante la primavera, se destacaron las especies *Euphorbia antisiphilitica* y *Agave lechuguilla* como las de mayor aporte de biomasa (Figura 3). A pesar de esto, es importante señalar que representaron solamente el 3.86 % de la dieta del venado cola blanca en esta estación⁽¹⁹⁾. En contraste, *Opuntia engelmannii*, una especie forrajera importante para el venado cola blanca en el noreste de México^(4,19), se posicionó entre las diez especies con una mayor producción de biomasa en primavera. Por otro lado, *Eysenhardtia texana*, una planta forrajera, tuvo el menor aporte de biomasa en esta estación, totalizando 0.06 kg MS ha⁻¹.

Figura 3: Especies con el mayor aporte de biomasa estacional del estrato alto y medio en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México



Las líneas verticales sobre las barras indican el error estándar.

En verano, las especies *A. lechuguilla* y *O. engelmannii* se destacaron nuevamente al contribuir con la mayor cantidad de biomasa (Figura 3; 265.35 kg MS ha⁻¹). Sin embargo, en esta estación, el porcentaje de *O. engelmannii* en la dieta del venado fue relativamente bajo, con un 4.29 %⁽¹⁹⁾. En contraste, *Acacia rigidula*, otra especie forrajera importante en verano (12.57 %)⁽¹⁹⁾, no exhibió una producción de biomasa particularmente alta.

En otoño e invierno, *O. engelmannii* sobresalió como una especie que contribuyó a la producción total de biomasa, representando el 40.87 % (248.49 kg MS ha⁻¹) y el 16.95 % (93.80 kg), respectivamente (Figura 3). Durante el otoño, esta especie fue importante en la dieta del venado cola blanca, constituyendo el 15.40 % de su alimentación⁽¹⁹⁾. Por otro lado, a pesar de su importancia como forraje en otoño⁽⁴⁾, *A. rigidula* contribuyó solo con el 2.44 % (14.85 kg MS ha⁻¹) de la producción total de biomasa en esta estación. Del mismo modo, en invierno, *O. engelmannii* representó el 14.90 % de la dieta del venado⁽¹⁹⁾. Contrariamente, *Leucophyllum frutescens*, que contribuyó con el 10.61 % de la dieta^(19,20), aportó únicamente el 0.01 % (3.07 kg MS ha⁻¹) de la producción de biomasa en esta estación.

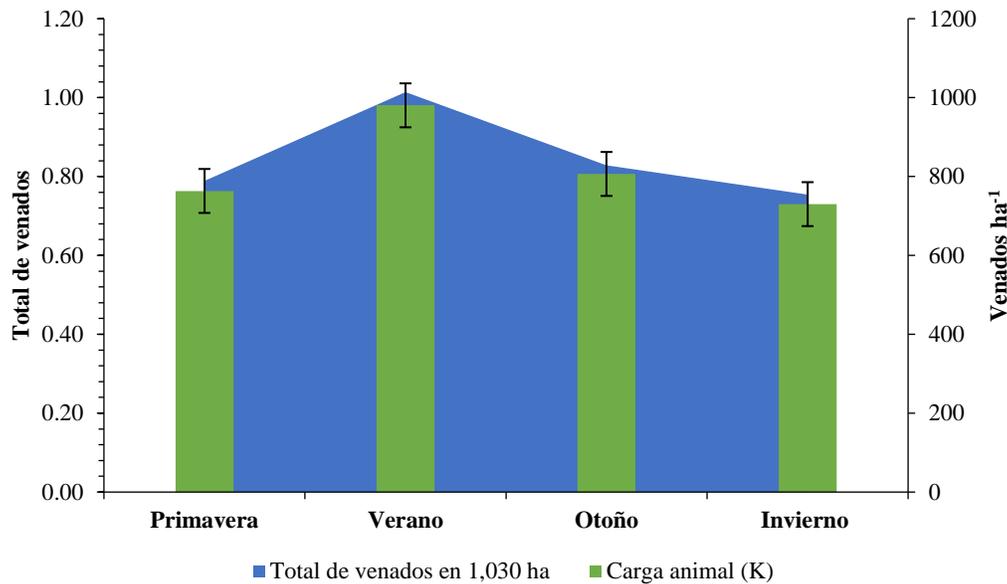
El venado cola blanca muestra una preferencia marcada por el consumo de hojas y tallos de arbustos que poseen un mayor contenido de proteína y relativamente bajos niveles de fibra y lignina⁽⁴⁾. En este contexto, el matorral se destaca como una fuente principal de biomasa de arbustos a lo largo del año (Figura 1), siendo su mayor contribución durante el verano, cuando los venados experimentan una mayor demanda de forraje debido a la producción de alimento para los cervatos⁽³⁾. Por otro lado, la producción de herbáceas y pastos también desempeña un papel esencial, ya que, el venado las consume cuando se enfrenta a la competencia por alimento⁽⁴⁾. Cabe destacar que, aunque *Acacia berlandieri* y *A. rigidula*, plantas preferidas por el venado^(4,19,20), forman parte del matorral, su producción promedio de biomasa estacional (18.79 ± 15.13 kg MS ha⁻¹) en relación con la producción promedio de biomasa aérea por estación (621 ± 85.08 kg MS ha⁻¹) no alcanza niveles altos (< 5.5 %).

Por el contrario, los pastos con un contenido elevado de lignina y un bajo porcentaje de digestibilidad^(1,4), muestran una producción promedio de biomasa aérea más elevada (187.11 ± 45.28 kg MS ha⁻¹) por estación, representando hasta 43.84 % de la producción total de biomasa durante el invierno (Figura 2).

La evaluación de la producción de biomasa aérea se utilizó como base teórica para estimar la capacidad de carga del venado cola blanca. En este contexto, se calculó en 0.2 (± 0.15) venados ha⁻¹, que representa un total de 209 venados en una extensión de 1,030 ha (Figura 4). Asimismo, durante la primavera e invierno, se observó una capacidad de carga mayor, alcanzando valores de 0.76 y 0.73 venados ha⁻¹, respectivamente. Un muestreo aéreo poblacional realizado en octubre de 2020 en transectos paralelos de longitud variable orientados de norte a sur, a una distancia de 200 m entre uno y otro, estimó una densidad de 0.57 venados ha⁻¹ o 582 venados en 1,030 ha. Esto indica que la densidad actual de venados

supera la capacidad de carga del hábitat. A pesar de que el suministro de agua y alimento en forma de pellets y semillas de algodón ha permitido el crecimiento de la población por encima de K , se ha documentado un consumo significativo de pastos, lo cual podría señalar un sobreuso del forraje⁽³⁾. Además, especies clave en la dieta, como *A. rigidula* y *A. berlandieri*, no contribuyeron considerablemente a la producción de biomasa en comparación con los pastos.

Figura 4: Variación en los valores de capacidad de carga del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, municipio de Monclova, Coahuila, México



Las líneas sobre las barras indican el error estándar.

Estos resultados contrastan con lo que reportan Navarro *et al*⁽⁶⁾, quienes identificaron una capacidad de carga de 0.03 venados ha^{-1} en la Sierra El Laurel, en Tlachichila, Zacatecas. En la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango⁽⁷⁾ se estimó una capacidad de carga de 0.22 venados ha^{-1} . En un bosque tropical seco en Jalisco⁽⁸⁾ se calculó una capacidad de carga de entre 0.16 y 0.18 venados ha^{-1} , mientras que, en la región de la Mixteca⁽⁹⁾ se estimó en 0.10 venados ha^{-1} . En ambas regiones, la densidad de población de venados se encuentra por debajo de la capacidad de carga.

Es importante destacar que los métodos de muestreo pueden introducir errores en las estimaciones de la capacidad de carga basadas en la biomasa de forraje. Por ejemplo, los esquemas de muestreo a menudo no consideran los patrones de pastoreo de los herbívoros⁽²¹⁾. Además, el valor de uso permitido del forraje (25 %; se considera un valor de estimación de K conservadora, porque no permite sobrestimar el número de animales por unidad de área que el hábitat puede sostener de manera sostenible)^(22,23), no considera pérdidas debidas al pisoteo, la contaminación del forraje por heces, roedores e insectos. En un estudio realizado

en Utah, Estados Unidos de América, se registraron pérdidas por pisoteo del 23 % del forraje disponible⁽⁵⁾. Asimismo, en pastizales del desierto, pequeños mamíferos pueden consumir hasta el 20 % del forraje disponible para herbívoros grandes⁽⁴⁾.

Fulbright y Ortega⁽³⁾, mencionan que, las estimaciones sobre capacidad de carga deben ser consideradas como aproximaciones y pueden ser útiles como indicadores para orientar decisiones de manejo del hábitat del venado cola blanca. Dichas decisiones deben basarse en las tendencias temporales de la capacidad de carga, y si se detecta una disminución de ésta, podría indicar la necesidad de reducir la densidad de venados⁽²⁴⁾. Como se mencionó, la relación entre la producción de forraje de especies forrajeras y el valor nutricional del forraje también puede refinar las estimaciones de la capacidad de carga, lo que se recomienda realizar de forma anual.

Se concluye que las estimaciones sobre la capacidad de carga animal y la producción de biomasa aérea resultan valiosas para el manejo extensivo de las poblaciones de venado cola blanca en el noreste de México. La producción de forraje varía según el estrato vegetal y la estación del año, siendo el estrato medio durante el verano y otoño el que muestra los valores más altos. En términos generales, la capacidad de carga animal fue mayor en comparación con otros estudios realizados en México. A pesar de que la densidad poblacional supera la capacidad de carga del ecosistema, las estrategias de suplementación alimentaria pueden estar actuando como medios de amortiguamiento, previniendo el sobreuso del forraje y evitando la disminución de la población. No obstante, se recomienda que estudios futuros evalúen de manera específica el uso y la importancia del alimento peletizado y las fuentes de agua artificiales.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Gerardo Benavides Pape, propietario del Rancho San Juan, por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo. Además, queremos reconocer el valioso respaldo brindado por su equipo operativo, en particular al Ing. Vladimir Lara Ramírez. También, extendemos nuestro agradecimiento al personal técnico de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en especial al Ing. Leonel Reséndiz Dávila y al Dr. Eduardo Estrada Castellón.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Literatura citada:

1. Holechek JL, Pieper RD, Herbel CH. Range management: principles and practices. 4th. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2001.

2. Gastelum-Mendoza FI, Estrada-Castillón EA, Cantú-Ayala CM, González-Saldívar FN, Serna-Lagunes R, Salazar-Ortíz J. Methodologies for estimating wildlife habitat quality: review and examples. *Agroproductividad* 2020;13(6):37–42.
3. Fulbright TE, Ortega JA. White-tailed deer habitat: ecology and management in rangelands. Texas A&M University Pres. College Station, TX, USA; 2006.
4. Ramírez-Lozano RG. Alimentación del venado cola blanca: biología y ecología nutricional. Facultad de Ciencias Biológicas, Alimentos-Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México; 2012.
5. Villarreal JG. Venado cola blanca (manejo y aprovechamiento cinegético). Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Impresora Monterrey. Monterrey, NL., México; 2000.
6. Navarro JA, Olmos G, Palacio J, Clemente F, Vital C. Dieta, población y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad* 2018;11(6):15–23.
7. Gallina SA. White-tailed deer and cattle diets in La Michilía, Durango, Mexico. *J Range Management* 1993;46(6):487–492.
8. Mandujano S. Precipitación, capacidad de carga y potencial de uso de los ungulados en un bosque tropical seco. En Espinosa ME, Lorenzo C, editores. *Avances Mastozoológicos* (637-660). Vol. 2. AMMAC, México, DF; 2008.
9. Villarreal-Espino O. El venado cola blanca en la mixteca poblana: conceptos y métodos para su conservación y manejo. Fundación Produce Puebla, Puebla, México; 2006.
10. Miranda F, Hernández X E. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 1963;(28,29):179.
11. García E. Modificaciones al régimen de clasificación climática de Köppen, México. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF., México; 1988.
12. Foroughbakhch R, Reyes G, Alvarado MA, Hernández J, Rocha A. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico. *For Ecol Manage* 2005;216(1-3):359–366.
13. Chávez GO. Determinación de la calidad del hábitat, dieta y calidad de forraje para tres especies de cérvidos en Montemorelos, Nuevo León. [tesis Maestría]. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Méx., México; 2000.

14. RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. (Online) RStudio, Inc. Boston, MA, USA; 2016.
15. Olguín C, González F, Cantú C, Rocha L, Uvalle J, Marmolejo J. Competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México. *Rev Mex Cienc Forest* 2017;8(42):7–27.
16. Kie JG, White M, Drawe D. Condition parameters of white-tailed deer in Texas. *J Wildl Manag* 1983;47(3):583–594.
17. Stocker M, Gilbert FF. Vegetation and deer habitat relations in southern Ontario: application of habitat classification to white-tailed deer. *J Appl Ecol* 1977;14(2):433–444.
18. Wheaton C, Brown RD. Feed intake and digestive efficiency of South Texas white-tailed deer. *J Wildl Manag* 1983;(47):442–450.
19. Gastelum-Mendoza FI, González-Saldívar FN, Cantú-Ayala CM, Uvalle-Sauceda JI, Guerrero-Cárdenas I, Lozano-Cavazos EA. Forage diversity and selection in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus Texanus* MEARNNS) in Coahuila, Mexico. *Agroproductividad* 2023;16(1): 97–107.
20. Lozano-Cavazos EA, Gastelum-Mendoza FI, Reséndiz-Dávila L, Romero-Figueroa G, González-Saldívar FN, Uvalle-Sauceda JI. Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) identificada en contenido ruminal en Coahuila, México. *Agroproductividad* 2020;13(6):49–54.
21. Krausman PR. Introduction to wildlife management: the basics. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall; 2002.
22. Granados D, Tarango L, Olmos G, Palacio J, Clemente F. Disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Rev Biol Trop* 2014;62(2):699–710.
23. Barrera-Salazar A, Mandujano S, Villarreal O, Jiménez-García D. Classification of vegetation types in the habitat of white-tailed deer in a location of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Trop Conserv Sci* 2015;8(2):547–563.
24. Gallina SA, Mandujano S, Villarreal O. Monitoreo y manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos. México: Instituto de Ecología; 2014.