







Hábitos forrajeros de *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) (Artiodactyla: Bovidae) en matorral desértico rosetófilo de Coahuila, México


Foraging habits of *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) (Artiodactyla: Bovidae) in rosetophilic desert scrub of Coahuila, Mexico

 ¹FERNANDO ISAAC GASTELUM-MENDOZA,  ²FERNANDO NOEL GONZÁLEZ-SALDÍVAR,  ³ELOY ALEJANDRO LOZANO-CAVAZOS,  ²JOSÉ ISIDRO UVALLE-SAUCEDA,  ⁴RICARDO SERNA-LAGUNES,  ^{2*}CÉSAR MARTÍN CANTÚ-AYALA



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

*Autor corresponsal:

 César Martín Cantú-Ayala
cantu.ayala.cesar@gmail.com

Cómo citar:

Gastelum-Mendoza, F. I., González-Saldívar, F. N., Lozano-Cavazos, E. A., Uvalle-Sauceda, J. I., Serna-Lagunes, R., Cantú-Ayala, C. M. (2023) Hábitos forrajeros de *Ammotragus lervia* (Pallas, 1777) (Artiodactyla: Bovidae) en matorral desértico rosetófilo de Coahuila, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 39, 1–17.
10.21829/azm.2023.3912581
elocation-id: e3912581

Recibido: 27 octubre 2022

Aceptado: 09 enero 2023

Publicado: 01 febrero 2023

¹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Transpeninsular 3917, Col. Playitas, C.P. 22860, Ensenada, Baja California, México.

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional 85 km. 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Col. Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila, México.

⁴Unidad de Manejo y Conservación de Recursos Genéticos, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Orizaba - Córdoba, Universidad Veracruzana. Carretera Peñuelas-Amatlán km. 177, C.P. 94500, Córdoba, Veracruz, México.

Editor responsable: Sonia Gallina

RESUMEN. El borrego berberisco (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777) es un herbívoro exótico considerado una especie invasora en el noreste de México del que no se conocen los efectos de la herbivoría sobre la vegetación nativa y la competencia con los ungulados nativos. El objetivo del estudio fue identificar la composición y diversidad estacional de la dieta de una población de *A. lervia* en la UMA Rancho San Juan, municipio de Monclova, Coahuila, México. Durante el periodo octubre 2018-agosto 2019, se establecieron líneas

donde se recolectaron, procesaron y clasificaron las muestras fecales, y se generó un catálogo fotográfico de estructuras celulares vegetales de las plantas presentes en el hábitat. Mediante la técnica microhistológica se identificaron las especies de plantas consumidas y se clasificaron por estación: otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019), y forma biológica (arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas). La dieta se expresó en frecuencia relativa con base en el cuadro de Fracker y Brischle. La diversidad de la dieta se estimó con el índice de Shannon. En la dieta de *A. lervia* se identificaron 64 especies y 21 familias, siendo las familias Poaceae (15), Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (8 spp.) y Euphorbiaceae (7 spp.) las más representativas. Asimismo, *Vachellia rigidula*, *Tiquilia canescens*, *Medicago sativa* y *Opuntia engelmannii*, representaron en conjunto el 46.49 % de la dieta. En el año, la dieta se conformó de 36 % de plantas de porte arbustivo, 30 % herbáceas, 22 % pastos y 12 % suculentas. En primavera predominaron las arbustivas (54.80 %), en verano e invierno las herbáceas (46.39 y 37.90 %, respectivamente) y en otoño los pastos (35.19 %). La diversidad de la dieta fue $H' = 2.89 \pm 0.13$ especies, mayor a lo reportado en su hábitat natural. La composición de la dieta de *A. lervia* fue similar a lo reportado para otros herbívoros silvestres de matorrales desérticos en México y Estados Unidos, esto implica una condición de traslape de dieta, pero se requieren de más estudios sobre dieta de herbívoros simpátricos del noreste de México.

Palabras clave: arbustos; microhistología; Shannon; *Vachellia rigidula*

ABSTRACT. The barbary sheep (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777) is an exotic herbivore considered an invasive species in northeastern Mexico, for which the effects of herbivory on native vegetation and competition with native ungulates are unknown. The objective of the study was to identify the composition and seasonal diversity of the diet of a population of *A. lervia* in the UMA Rancho San Juan, municipality of Monclova, Coahuila, Mexico. During the period October 2018-August 2019, lines were established where the fecal samples were collected, processed and classified, and a photographic catalog of plant cell structures of the plants present in the habitat was generated. Using the microhistological technique, the species of plants consumed were identified and classified by season: autumn (October 2018), winter (February 2019), spring (May 2019) and summer (August 2019) and biological form (shrubs, herbaceous, grasses and succulents). The diet was expressed in relative frequency based on the Fracker and Brischle table. The diversity of the diet was estimated with the Shannon index. In the diet of *A. lervia*, 64 species and 21 families were identified, being the families Poaceae (15), Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (8 spp.) and Euphorbiaceae (7 spp.) the most representative. Likewise, *Vachellia rigidula*, *Tiquilia canescens*, *Medicago sativa* and *Opuntia engelmannii* together represented 46.49% of the diet. In the year, the diet was made up of 36% shrubby plants, 30% herbaceous, 22% grasses and 12% succulents. Shrubs predominated in spring (54.80%), herbaceous plants (46.39 and 37.90%, respectively) in summer and winter, and grasses (35.19%) in autumn. The diversity of the diet was $H' = 2.89 \pm 0.13$ species, higher than that reported in its natural habitat. The composition of the diet of *A. lervia* was similar to that reported for other wild herbivores of desert scrub in Mexico and the United States, this implies a condition of overlapping diet, but more studies on the diet of sympatric herbivores of northeastern Mexico are required.

Key words: shrubbery; microhistology; Shannon; *Vachellia rigidula*

INTRODUCCIÓN

Los estudios para el conocimiento sobre la dieta de herbívoros silvestres representan un componente indispensable para el manejo sostenible de la cobertura vegetal nativa, para el control poblacional y para comprender los procesos de competencia entre los herbívoros (Ramírez-Lozano, 2012; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016; Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019). Estudios sobre la composición de la dieta de herbívoros rumiantes como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis* Merriam, 1901; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016; Tarango *et al.*, 2002) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780; Tajchman *et al.*, 2018; Gastelum-Mendoza *et al.*, 2020), se han desarrollado para determinar los efectos de la presión de la herbivoría y para el conocimiento de la dieta de los ungulados con fines de conservación del hábitat.

Hasta la fecha, en México se conoce poco de los hábitos alimentarios de herbívoros exóticos que se han translocado a ecosistemas nativos del país. Ejemplo de especies de ungulados exóticos introducidas en ambientes naturales del norte de México, es el borrego berberisco (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777), un bóvido originario del norte de África (Nowak, 1999), vulnerable de acuerdo con la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2001), que desde su llegada al Continente Americano en la década de 1930 como una estrategia de conservación de sus poblaciones *ex situ*, ha expandido su distribución del sureste de Estados Unidos al noreste de México, colonizando los ecosistemas xerófilos principalmente en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, en donde se considera una especie invasora, compite directamente por alimento y espacio con especies nativas, y es portadora y transmisora de enfermedades y parásitos (Nowak, 1999; Simpson *et al.*, 1978; Ben Mimoun & Nouira, 2015).

La ampliación en la distribución de *A. lervia*, representa un problema para los proyectos de reintroducción de *O. canadensis* en sistemas montañosos de Coahuila, como Mesa de Cartujanos, Sierra La Rata, Sierra Pájaros Azules y Sierra Las Hormigas (Nowak, 1999; Ben Mimoun & Nouira, 2013; 2015). En particular porque este bóvido es una especie de hábitos gregarios, con una tasa de reproducción alta y capacidad para adaptarse a condiciones desfavorables del hábitat (*e.g.* baja disponibilidad y calidad del forraje que predominan en los matorrales desérticos del norte de México) (Ben Mimoun & Nouira, 2015).

Para evaluar el impacto de los herbívoros exóticos sobre la flora y fauna nativa, se pueden desarrollar estudios básicos que evalúen el impacto de su distribución, uso de hábitat y hábitos alimentarios fuera de su área de distribución natural (Ramsey & Anderegg, 1972; Cassinello, 1998; Ben Mimoun & Nouira, 2013). Por ejemplo, en estudios desarrollados en la región de Edwards Plateau, Texas, Estados Unidos, *A. lervia* consumió plantas de porte herbáceo; esta selectividad de forraje evidenció el efecto negativo de este herbívoro sobre la diversidad y estructura de la vegetación. Asimismo, al disminuir la cobertura baja del dosel (hierbas y pastos) por el sobrepastoreo, se aceleran los procesos de erosión y desertificación del suelo (Ramsey & Anderegg, 1972; Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019).

Para estudiar los tipos de formas biológicas de las plantas que consumen las especies de herbívoros exóticos, la implementación de la técnica microhistológica ha permitido describir la proporción de consumo de las plantas en diferentes épocas del año (Tarango *et al.*, 2002; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016, Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019; Lozano-Cavazos *et al.*, 2020) lo cual es importante evaluar para calibrar el sobrepastoreo de ciertos grupos de plantas (Ramírez-Lozano, 2004; Ben Mimoun & Nouira, 2015), así como estimar atributos de la población como el comportamiento forrajero (Salazar-Ortiz *et al.*, 2022). Debido a los posibles impactos sobre la diversidad y estructura de la cobertura vegetal nativa que genera *A. lervia*, los estudios sobre la

composición y diversidad de su dieta son la base principal para identificar la presión de la especie sobre la flora nativa del noreste de México (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019). Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo describir los hábitos forrajeros de *A. lervia* en matorral desértico rosetófilo de Coahuila, México, y representa la primera investigación sobre hábitos forrajeros de *A. lervia* en el norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estudio se realizó en Sierra Las Hormigas (26° 48' 09.96" N, 101° 00' 15.77" O), localizada a 38 km en línea recta al este de la cabecera municipal de Monclova, y a 43 km al oeste del municipio de Candela, Coahuila, México (Fig. 1), abarca una superficie de 1,100 ha destinada al manejo de una población aproximada de 300 borregos berberisco. Esta sierra se ubica dentro de la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) Rancho San Juan (clave SEMARNAT DGVS-CR-EX-3133-COA; 26° 49' 31.11" N, 101° 01' 57.77" O), y una elevación entre 600 y 1,000 m. El tipo de vegetación dominante en el área de estudio es matorral desértico rosetófilo y micrófilo, destacando especies suculentas como *Agave lechuguilla* Torr., 1859, *Hechtia glomerata* Karw. ex Zuc y nopales del género *Opuntia* (Miranda & Hernández, 1963). Las principales especies vegetales son arbustos y árboles de entre 3 a 5 m de alto, caducifolios durante la época seca. Presenta un clima semiárido (BS) y una temperatura promedio anual de 21 °C, mayor a 40 °C en verano y menor a 0 °C en invierno (García, 1988), y la precipitación anual varía entre 200 y 900 mm.

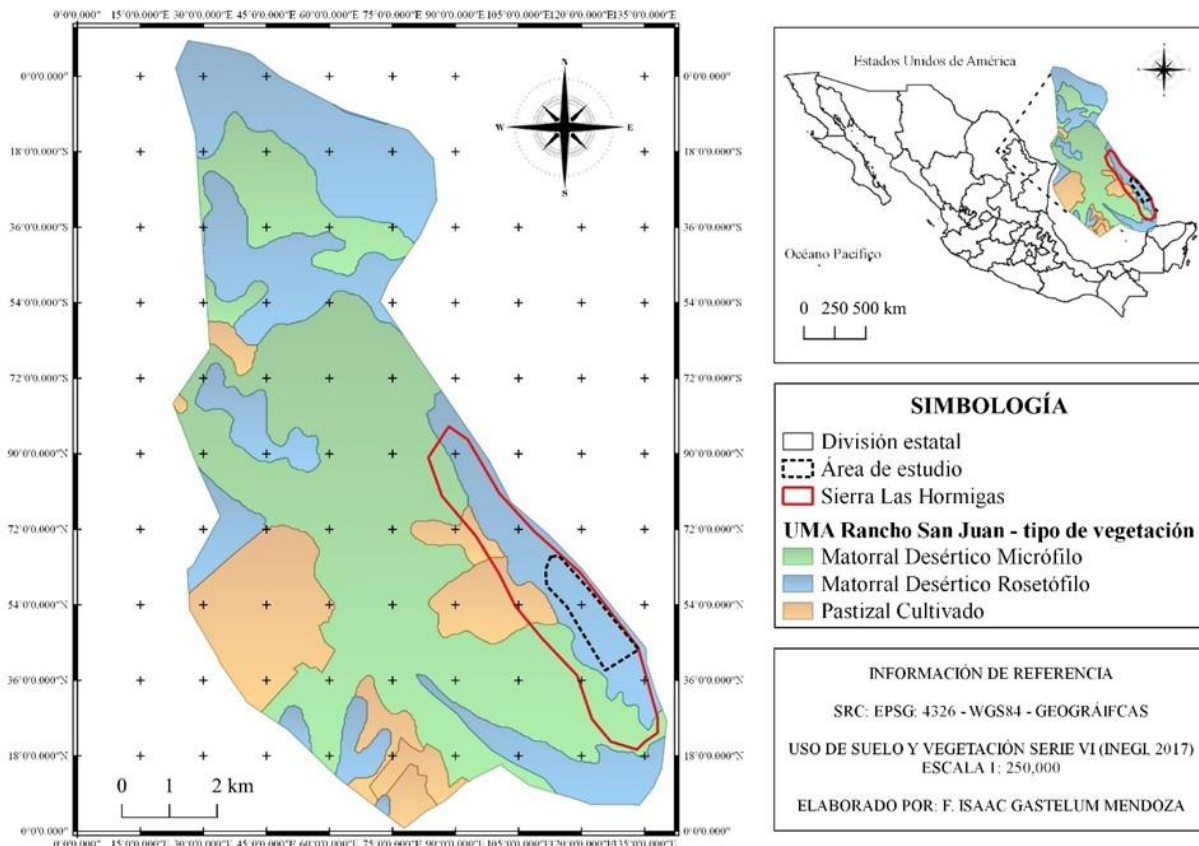


Figura 1. Ubicación y tipo de vegetación de la Sierra Las Hormigas en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estimación de la disponibilidad y diversidad de la dieta. Durante el periodo octubre 2018-agosto 2019, se estimó la disponibilidad de forraje del matorral desértico rosetófilo, mismo que se expresó en frecuencia relativa estacional por especie y forma biológica: arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas. Siguiendo el método de líneas de Canfield (1941), se colocaron aleatoriamente y de manera permanente durante todo el estudio, 23 líneas de 25 m de longitud por estación: otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019). En cada línea se contabilizaron y clasificaron a las plantas que la interseccionaron, mismas que se clasificaron *in situ* de acuerdo con su forma biológica y especie. De forma preliminar, la diversidad estacional de las especies de plantas en el hábitat de *A. lervia*, se expresó de acuerdo con el índice de Shannon (1948):

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i * \log N P_i$$

Donde:

n = Número de especies en la estación; P_i = proporción de individuos identificados de la especie i respecto al total de individuos ($\frac{n_i}{N}$); n_i = número de individuos de la especie i ; N = número de todos los individuos de todas las especies en la estación.

Además, se utilizaron valores de diversidad verdadera (Hill, 1973), del orden 0 (q_0 : riqueza de especies); orden 1 (q_1 o exponencial del índice de Shannon que, pondera a cada especie de acuerdo con su abundancia en la comunidad y número de especies “comunes” en la comunidad); y orden 2 (q_2 o inverso del índice de Simpson, que expresa el número de especies “muy abundantes” en la comunidad) (Jost, 2006). La diversidad verdadera, se comparó a partir de inter y extrapolaciones, con las cuales se obtuvieron intervalos de confianza calculados al 95 % de confiabilidad, y se construyeron con base en 50 réplicas *bootstrap* en el software iNEXT (Chao *et al.*, 2016). Cuando los intervalos de confianza no se traslaparon, indicó una diferencia en la diversidad estacional (Cumming *et al.*, 2007). Asimismo, se comparó la completitud del inventario de especies entre líneas y estaciones del año, mediante el cálculo del estimador de cobertura de la muestra que, indica la proporción de la comunidad de plantas representada por las especies registradas; cuando la cobertura de la muestra se aproxima al 100 %, el muestreo está completo dado el esfuerzo y la técnica de recolección utilizada (Chao & Jost, 2012), y por lo tanto, esta comparación es para ensambles con un nivel similar de completitud del inventario (Magurran & Henderson, 2010).

Por último, la frecuencia relativa de cada especie en el hábitat se estimó con la siguiente ecuación:

$$\text{Frecuencia relativa} = \left(\frac{\text{Número de líneas que contienen a la especie } i}{\text{Número total de líneas en la estación}} \right) * 100$$

(García & Jurado, 2008)

Para identificar la composición de la dieta de *A. lervia* se utilizó la técnica microhistológica, la cual, consiste en identificar y cuantificar estructuras celulares en muestras fecales frescas (Sparks & Malechek, 1968; Holechek *et al.*, 1982, Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019). Para ello, se recolectaron muestras fecales frescas de *A. lervia* durante las cuatro estaciones del año: otoño (octubre 2018),

invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019), las cuales se colocaron en bolsas de papel, etiquetaron y secaron en horno INOX. 120VAC. de 60HZ. a 75 °C durante 48 h. Las muestras fecales secas y agrupadas por estación del año, se molieron en molino Wiley con criba no. 10 (1.70 mm de apertura de malla). Posteriormente, se tomó una muestra compuesta por estación, y se aclararon con hipoclorito de sodio. Una vez aclaradas, se fijaron en portaobjetos de acuerdo con lo descrito por Sparks y Malechek (1968). En total se montaron 20 laminillas (5 por estación) y observaron 400 campos (20 por laminilla), con microscopio OMAX M82es 40X 2000X®, objetivo 10X y lente ocular 10X. En dónde se identificaron y contabilizaron fragmentos celulares vegetales. En paralelo a la recolecta y análisis de muestras fecales, se elaboró un catálogo de referencia, en donde se incluyeron fotografías de estructuras celulares (tricomas, estomas, epidermis, células de sílice, cristales, etc.) características de 110 especies vegetales, clasificadas de acuerdo con su forma biológica (arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas), familia y especie. El método de secado, aclarado y molido de las muestras vegetales fue similar al utilizado para las muestras fecales.

La composición estacional de la dieta de *A. lervia*, se expresó en frecuencia relativa mediante el cuadro de Fracker y Brischle (1944), y su diversidad estacional se calculó de acuerdo con el índice de diversidad de Shannon (1948). Para conocer si existe diferencia en la diversidad de la dieta por estación, se aplicó la prueba *t-student* ($\alpha \leq 0.05$) utilizando la plataforma R Studio (RStudio Team, 2016).

El uso y selección de las principales especies en la dieta de *A. lervia* se expresó con base en la relación que existe entre el aporte de una especie a la dieta y su disponibilidad en el hábitat. Este análisis se calculó mediante el índice de selectividad de Ivlev (1961):

$$Ei = \frac{[r(i) - p(i)]}{[r(i) + p(i)]}$$

Donde:

Ei = Índice de selectividad del forraje; $r(i)$ = frecuencia relativa de la especie i en la dieta; $p(i)$ = frecuencia relativa de la especie i en el hábitat.

Los valores de selección de Ivlev fluctúan entre -1 (rechazo) y 1 (preferencia). Asimismo, estos valores se categorizaron cualitativamente de acuerdo con Stuth (1991): S (> 0.35), plantas preferidas; P ($-0.35 - 0.35$) plantas consumidas en proporción a su disponibilidad y E (< -0.35), plantas evitadas. Por último, utilizando un modelo de regresión lineal simple, se correlacionó la diversidad estacional de la dieta con la diversidad de la cobertura vegetal.

RESULTADOS

En el hábitat de *A. lervia* se identificaron 50 especies de plantas, las cuales se clasificaron de acuerdo con su forma biológica en: arbustos (31 spp.), suculentas (9 spp.), herbáceas (5 spp.) y pastos (5 spp.). De las 22 familias identificadas, las que presentaron un mayor número de registro de especies fueron: Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (5 spp.), Poaceae (5 spp.) y Asparagaceae (4 spp.). Las especies arbustivas, predominaron durante las cuatro estaciones del año, mientras que las herbáceas fueron las especies con menor disponibilidad. En virtud de que estuvieron presentes en las cuatro estaciones del año, el hábitat de *A. lervia*, cuenta con 18 especies vegetales dominantes (Cuadro 1). Aunque las principales especies vegetales, no se consideran especies forrajeras importantes para los herbívoros silvestres del noreste de México (Ramírez-Lozano, 2012;

Lozano-Cavazos *et al.*, 2020), sí tienen una importancia en la estructura de la cobertura vegetal. Al igual que el borrego cimarrón, *A. lervia* es un herbívoro que requiere de una vegetación arbustiva baja, que provea una adecuada visibilidad y terreno de escape (Tarango *et al.*, 2002). En este sentido, *A. lechuguilla*, *H. glomerata* y *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. cumplen esa función.

De acuerdo con los análisis de diversidad de la cobertura vegetal en el hábitat de *A. lervia*, la cobertura de la muestra entre estaciones del año con base en el número de individuos, indica que solo en primavera existió diferencia en la diversidad de especies ($P \leq 0.05$). Sin embargo, al comparar la diversidad y abundancia entre estaciones del año, invierno superó el número de especies, pero presentó menor abundancia en relación con las demás estaciones. En este sentido, las diferencias entre la diversidad de especies por estación, se relacionaron con la presencia de especies raras (con pocos registros de presencia en la muestra de la estación) (Fig. 2). Asimismo, los análisis para determinar si existen diferencias en la diversidad vegetal entre líneas de Canfield, muestran que no existieron diferencias entre los grupos de líneas, y la diversidad estimada entre las líneas (Fig. 3).

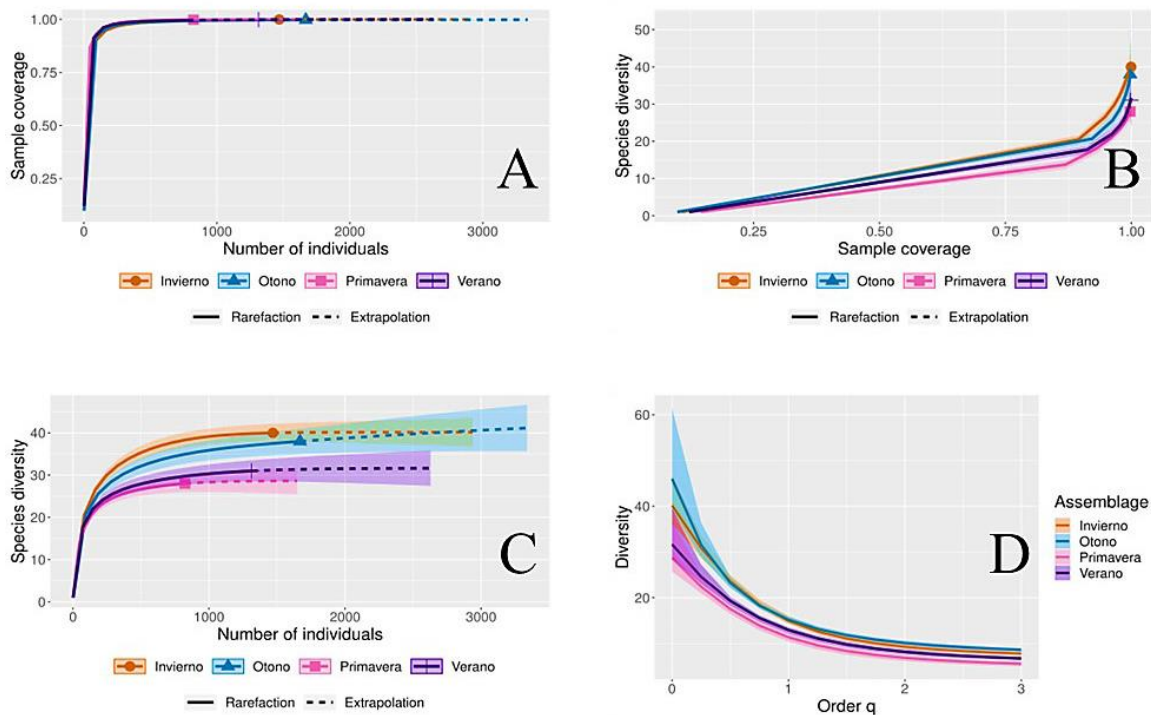


Figura 2. Análisis de la diversidad vegetal en el hábitat de *Ammotragus lervia*: número de individuos (A) y diversidad (B), con base en la cobertura de la muestra; y comparación de la diversidad y abundancia entre estaciones (C), con base en el número efectivo de especies (D).

En cuanto al análisis de dieta de *A. lervia*, se recolectaron 70 grupos fecales por estación (280 en total): otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019). La dieta de *A. lervia* se compuso de 64 especies, incluidas en 21 familias: Poaceae (15), Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (8 spp.) y Euphorbiaceae (7 spp.), fueron las más representativas (Cuadro 1). Sin embargo, únicamente cuatro especies (*Vachellia rigidula* Benth. 1857, *Tiquilia canescens* (DC.) A.T. Richardson, *Medicago sativa* L., 1753 y *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm.) representaron el 46.49 % de su dieta. En promedio, la dieta anual de *A. lervia* se conformó

de 36.02 % arbustivas, 29.83 % herbáceas, 22.40 % pastos y 11.76 % suculentas. En primavera predominaron las arbustivas (54.80 %), en verano e invierno las herbáceas (46.39 y 37.90 %, respectivamente) y en otoño los pastos (35.19 %) (Fig. 4). Además de su aporte a la dieta, se identificó una relación alta entre el consumo y disponibilidad de especies arbustivas (Fig. 5). En específico, *V. rigidula* un arbusto común en matorrales desérticos del noreste de México (Ramírez-Lozano, 2012), representó en promedio el 11.43 % de la dieta anual. Sin embargo, consumió esta especie en proporción a su disponibilidad (Cuadro 2). La diversidad promedio de la dieta de *A. lervia* fue de 2.89 (\pm 0.13). En este estudio se identificaron 15 especies de pastos, las cuales representaron el 22.40 % de la dieta anual (Cuadro 1). Por el contrario, solo se identificaron tres especies suculentas en la dieta de *A. lervia*, y su aporte estacional no fue alto (Fig. 4). Particularmente, seleccionó *O. engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* (DC.) F. M. Knuth, en primavera y otoño, y en ninguna estación del año evitó su consumo (Cuadro 2). La diversidad promedio de la dieta fue de 2.89 (\pm 0.13), y se encontró una diferencia ($P \leq 0.05$) con la diversidad de la cobertura vegetal (2.56 ± 0.1). Esto indica que *A. lervia*, no consumió el forraje en función a su diversidad.

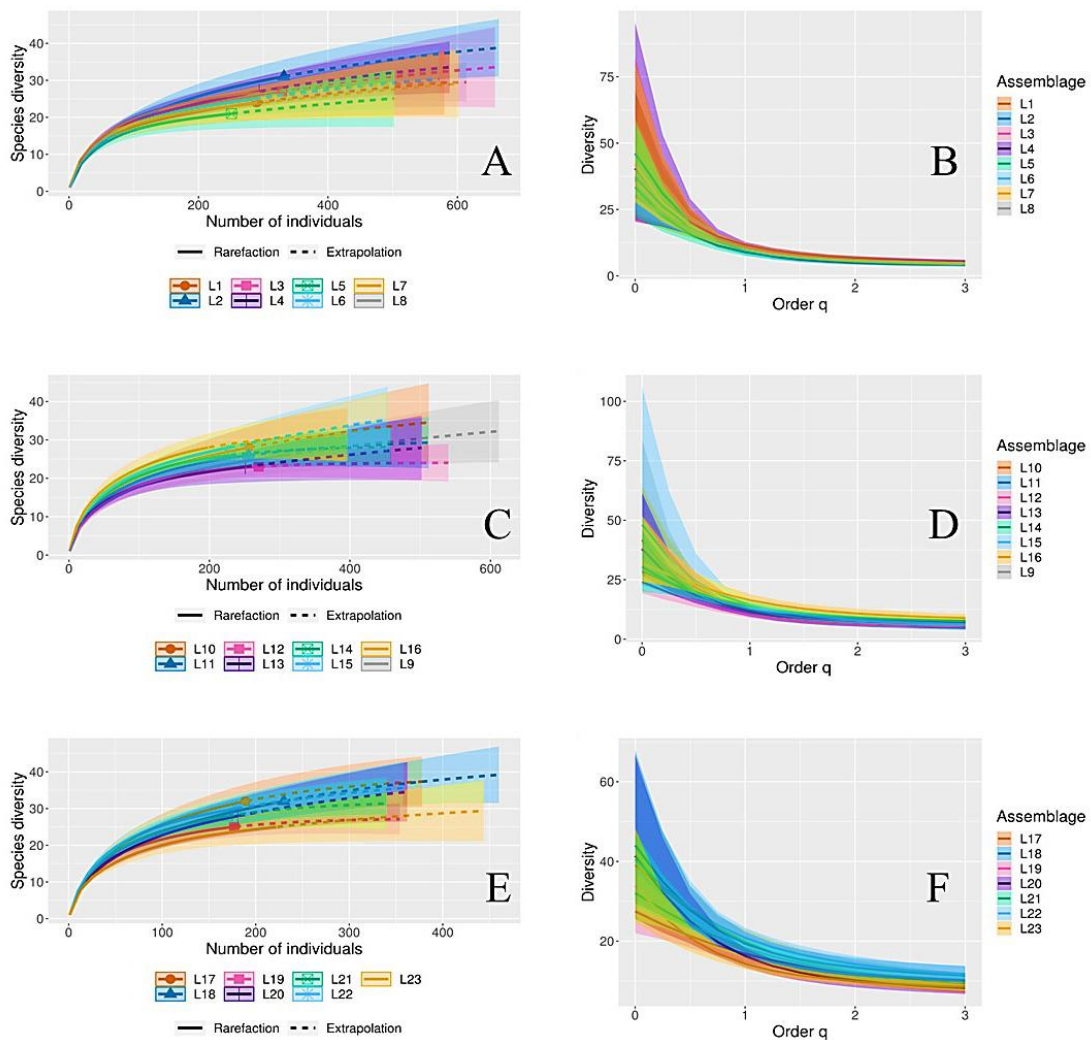


Figura 3. Curvas de rarefacción y extrapolación de la diversidad de especies y número de individuos (A, C y E) y comparación de la diversidad verdadera (B, D y F) de los números de Hill (1973), entre líneas Canfield para evaluar los hábitos forrajeros de *Ammotragus lervia* en matorral desértico rosetófilo de Coahuila, México.

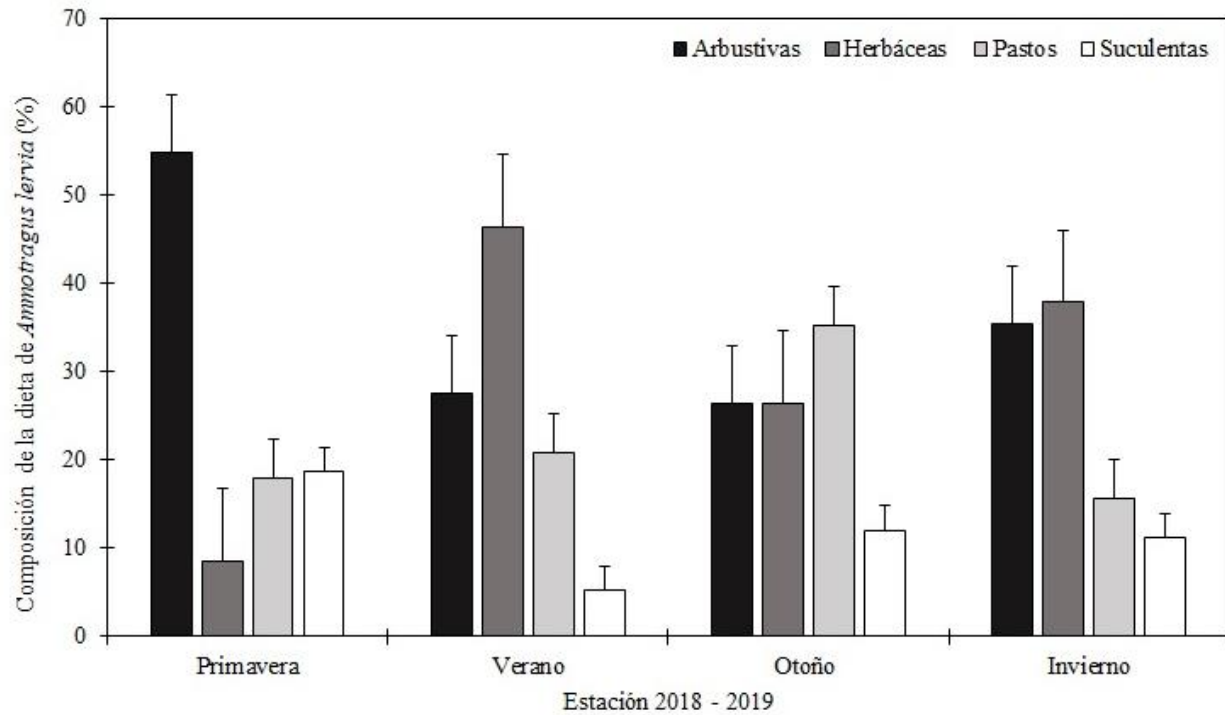


Figura 4. Consumo estacional de arbustos, herbáceas, pastos y suculentas por *Ammotragus lervia* en Sierra Las Hormigas, Monclova, Coahuila, México, durante el periodo octubre 2018 – agosto 2019 (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

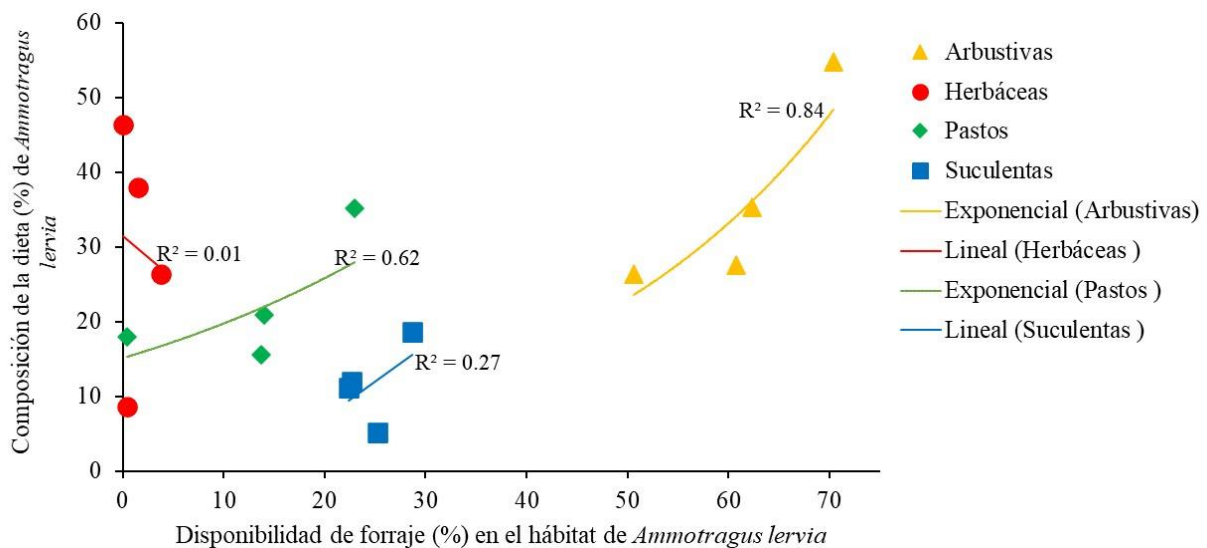


Figura 5. Análisis de regresión simple, entre disponibilidad y consumo estacional de arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas por *Ammotragus lervia* en Sierra Las Hormigas, Monclova, Coahuila, México, durante el periodo octubre 2018 – agosto 2019.

Cuadro 1. Relación entre la disponibilidad de los tipos de forraje y su consumo estacional por *Ammotragus lervia*, expresados en frecuencia relativa de especies arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas en Sierra Las Hormigas, Monclova, Coahuila, México, durante el periodo octubre 2018 – agosto 2019 (¹ = forma biológica; ² = disponibilidad; ³ = consumo; Arb. = arbustiva; Her. = herbácea; Suc. = suculenta; Pa. = pasto).

Tipo de vegetación: matorral desértico rosetófilo (INEGI, 2017)			Estación 2018 - 2019 (%)							
			Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
Familia	Especie	F.b. ¹	Dis. ²	Con. ³	Dis.	Con.	Dis.	Con.	Dis.	Con.
Achatocarpaceae	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	Arb.					0.59			
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	Suc.	9.87		8.80		6.76		7.45	
	<i>Agave scabra</i>	Suc.							0.78	
	<i>Dasyliion berlandieri</i>	Suc.	5.38		2.40		4.71		1.96	
	<i>Yucca filifera</i>	Arb.	0.90							
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i>	Her.		0.49						
	<i>Ambrosia dumosa</i>	Arb.				0.26		0.29		3.73
	<i>Brickellia glutinosa</i>	Arb.							1.96	
	<i>Flourensia cernua</i>	Arb.	0.90				0.88		0.78	
	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Arb.	3.59	6.39	0.40		1.47		1.96	
	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Arb.						0.29		
	<i>Hymenoxys odorata</i>	Arb.				0.26		0.29		
	<i>Parthenium argentatum</i>	Her.				2.06		0.59		1.10
	<i>Parthenium incanum</i>	Her.		3.93						
	<i>Viguiera stenoloba</i>	Arb.	1.79	0.25	3.60		5.29		3.14	
	<i>Wedelia texana</i>	Her.					3.24			
Boraginaceae	<i>Heliotropium confertiflorum</i>	Her.					0.59			
	<i>Tiquilia canescens</i>	Her.				19.85		8.85		16.40
Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i>	Her.		0.74						
	<i>Physaria fendleri</i>	Her.								1.10
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>	Suc.	8.07		6.00		6.18		5.88	
Cactaceae	<i>Ferocactus</i> sp.	Suc.			0.40		0.88		0.78	
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Suc.					0.59			
	<i>Opuntia engelmannii</i>	Suc.	4.93	16.46	5.60	4.12	2.35	10.26	4.71	8.99
	<i>Opuntia leptocaulis</i>	Suc.	0.45	2.21	0.80		0.29	0.88	0.78	0.88
	<i>Opuntia microdasys</i>	Suc.				1.20	1.03	0.88	0.88	1.32
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	Arb.	1.79		0.80				1.18	
Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i>	Her.	0.45							
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	Arb.	1.79		0.40				0.42	
Ephedraceae	<i>Ephedra pedunculata</i>	Arb.						0.29	1.18	0.88
Euphorbiaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	Arb.		0.25		4.12		3.23		0.22
	<i>Croton dioicus</i>	Arb.		6.14				2.05		2.41
	<i>Croton pottsii</i>	Arb.						0.59		
	<i>Croton punctatus</i>	Arb.				1.29				2.19
	<i>Croton</i> sp.	Arb.						0.29		
	<i>Croton torreyanus</i>	Arb.				1.80		1.76		8.11
	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Arb.	7.62		7.20		6.47	1.76	5.88	0.44
	<i>Jatropha dioica</i>	Arb.	2.69		2.80		0.88		2.35	
	Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i>	Arb.	6.73		6.40				4.71
<i>Chamaecrista greggii</i>		Arb.		1.47						
<i>Dalea aurea</i>		Her.				1.55		0.29		1.75
<i>Dalea bicolor</i>		Her.								0.88
<i>Dalea greggii</i>		Her.							1.57	
<i>Dermatophyllum secundiflorum</i>		Arb.						2.65		
<i>Eysenhardtia texana</i>		Arb.	0.90		2.00	1.29	2.35	0.88	0.78	0.66
<i>Medicago sativa</i>		Her.		0.74		13.14		9.97		13.60
<i>Mimosa zygophylla</i>		Arb.		0.98						1.10
<i>Prosopis glandulosa</i>		Arb.	2.69		0.80				3.14	
<i>Vachellia berlandieri</i>		Arb.	2.24	5.16	3.60		2.65		2.35	
<i>Vachellia farnesiana</i>		Arb.				0.52		2.05		0.22
<i>Vachellia greggii</i>		Arb.							0.78	
<i>Vachellia rigidula</i>		Arb.	9.42	8.10	5.60	11.08	5.02	10.26	7.45	12.94
Koeberliniaceae		<i>Koeberlinia spinosa</i>	Arb.	1.35		1.20				1.96

Tipo de vegetación: matorral desértico rosetófilo (INEGI, 2017)			Estación 2018 - 2019 (%)							
			Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
Familia	Especie	F.b. ¹	Dis. ²	Con. ³	Dis.	Con.	Dis.	Con.	Dis.	Con.
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	Arb.		0.25				0.29		
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i>	Arb.	4.48		3.60		1.76		2.35	
Malvaceae	<i>Abutilon wrightii</i>	Her.				2.06		2.93		
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	Her.								0.44
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Arb.	0.90	3.19	0.40		0.88	0.29	1.18	
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	Pa.				0.77		0.29		0.44
	<i>Aristida purpurea</i>	Pa.				1.29		4.11		1.97
	<i>Aristida</i> sp.	Pa.		2.70						
	<i>Astragalus</i> sp.	Pa.					1.18			
	<i>Bothriochloa laguroides</i>	Pa.		1.23			2.65			
	<i>Bouteloua curtipendula</i>	Pa.		2.70	1.20	1.80	7.94	1.47	0.78	1.10
	<i>Bouteloua eriopoda</i>	Pa.				0.26		0.29		0.44
	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pa.			4.80	0.26	5.29		2.75	
	<i>Bouteloua hirsuta</i>	Pa.				0.26		3.52		0.44
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pa.	0.45		4.00	5.15		7.62	5.49	4.61
	<i>Erioneuron pulchellum</i>	Pa.		11.30		9.79		8.50		4.17
	<i>Heteropogon contortus</i>	Pa.				1.03		4.11		0.66
	<i>Hilaria mutica</i>	Pa.						0.59		
	<i>Panicum hallii</i>	Pa.				0.26		3.81		1.54
<i>Paspalum notatum</i>	Pa.			4.00		5.88		4.71		
<i>Setaria leucopila</i>	Pa.						0.88			
<i>Tridens muticus</i>	Pa.								0.22	
Pteridaceae	<i>Astrolepis integrifolia</i>	Arb.		6.39		3.35				0.44
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arb.	7.62		6.00		4.12		6.27	0.22
	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Arb.	3.14		3.60		2.65		0.78	
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	Arb.		1.97			0.29			
	<i>Helietta parvifolia</i>	Arb.	2.69				0.59		0.39	
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Arb.			0.40		2.06			
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	Arb.	2.24	4.91	2.40	0.26	0.88	0.29	1.57	
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	Arb.		0.25			0.29		0.39	0.88
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Arb.						0.29		
	<i>Solanum nigrum</i>	Arb.		0.74						0.22
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	Arb.		5.65		0.26		0.29		0.44
	<i>Aloysia wrightii</i>	Arb.						0.29		
	<i>Lantana camara</i>	Arb.		0.25						
	<i>Lippia graveolens</i>	Arb.			6.40		5.00	0.29	5.88	
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	Arb.	4.93	1.23	3.20	1.55	3.53		2.75	
	<i>Larrea tridentata</i>	Arb.		1.23		1.55	0.29	0.29	0.78	0.22

Cuadro 2. Tipo de uso estacional de algunas especies identificadas en la dieta de *Ammotragus lervia* en Sierra Las Hormigas, Monclova, Coahuila, México durante el periodo octubre 2018 – agosto 2019 (S = preferidas; P = utilizadas con relación a su disponibilidad; E = evitadas).

Estación (2018 – 2019)	Disponibilidad (%)	Frecuencia en la dieta (%)	Índice de selectividad de Ivlev	Tipo de uso
<i>Eysenhardtia texana</i>				
Primavera				
Verano	2	1.29	-0.22	P
Otoño	2.35	0.88	-0.46	E
Invierno	0.78	0.66	-0.09	P
<i>Guaiacum angustifolium</i>				
Primavera	4.93	1.23	-0.6	E
Verano	3.2	1.55	-0.35	P

Estación (2018 – 2019)	Disponibilidad (%)	Frecuencia en la dieta (%)	Índice de selectividad de Ivlev	Tipo de uso
Otoño	3.53	0.29	-0.85	E
Invierno				
<i>Leucophyllum frutescens</i>				
Primavera	2.24	4.91	0.37	S
Verano	2.4	0.26	-0.81	E
Otoño	0.88	0.29	-0.5	E
<i>Opuntia engelmannii</i>				
Primavera	4.93	16.46	0.54	S
Verano	5.6	4.12	-0.15	P
Otoño	2.35	10.26	0.63	S
Invierno	4.71	8.99	0.31	P
<i>Opuntia leptocaulis</i>				
Primavera	0.45	2.21	0.66	S
Verano				
Otoño	0.29	0.88	0.5	S
Invierno	0.78	0.88	0.06	P
<i>Vachellia rigidula</i>				
Primavera	9.42	8.11	-0.07	P
Verano	5.6	11.08	0.33	P
Otoño	5	10.26	0.34	P
Invierno	7.45	12.94	0.27	P



Figura 6. Rebaño de *Ammotragus lervia* durante la estación de verano 2019 en la periferia de Sierra Las Hormigas, Monclova, Coahuila, México. Fotografías registradas por cámaras-trampa revelan que, esta especie frecuenta abrevaderos y comederos con suministro de alfalfa (*Medicago sativa*), instalados para el manejo de otros herbívoros, principalmente *Odocoileus virginianus texanus* (fotografía de Alejandro Lozano).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio pueden ser comparados con lo reportado en Edwards Plateau, Texas, Estados Unidos, ya que se identificó un número similar de especies en la dieta de *A. lervia* (69 spp.) (Ramsey & Anderegg, 1972). Sin embargo, en las montañas Boud Hedma, Túnez, África, solo consumió 19 especies (Ben Mimoun & Nouira, 2015). Estas variaciones en el número de especies en la dieta se deben a los cambios en la disponibilidad del forraje, influenciados por factores climáticos intrínsecos regionales (Ramírez-Lozano, 2012; Ben Mimoun & Nouira, 2015). En comparación con otros herbívoros de zonas áridas, *A. lervia* consumió un mayor número de especies. En la misma región de Coahuila, Lozano-Cavazos *et al.* (2020) identificaron 39 especies en la dieta de *O. v. texanus* y Gastelum-Mendoza (2020) reporta que *O. c. mexicana* consumió 49 especies. Guerrero-Cárdenas *et al.* (2016), encontraron 47 especies en la dieta de *O. c. weemsi* en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur, y en Caborca, Sonora, *O. c. mexicana* se alimentó de 41 (Tarango *et al.*, 2002). Asimismo, en Arizona y California, Estados Unidos, la dieta de *O. canadensis* se compuso por menos especies vegetales (58 y 32, respectivamente) (Krausman *et al.*, 1989). Lo anterior, como consecuencia de que *A. lervia* ha desarrollado estrategias evolutivas más eficientes para el uso del forraje: la fisiología del tracto digestivo y sus largos dientes molares le permiten procesar un mayor número de especies vegetales (Ben Mimoun & Nouira, 2015).

Los herbívoros silvestres en zonas áridas consumen más arbustos durante la primavera y verano, ya que durante este período contienen más nutrientes digestibles (Bolen & Robinson, 2002). Esto explica que, durante la primavera *A. lervia* consumió más del 50 % de arbustivas. Además, en matorrales desérticos del norte de México y sur de Estados Unidos, las arbustivas representan la base de la dieta de herbívoros silvestres por estar disponibles durante la mayor parte del año (Watts, 1979; Tarango *et al.*, 2002; Gastelum-Mendoza *et al.*, 2019; Lozano-Cavazos *et al.*, 2020). Asimismo, su consumo funciona como puente nutricional entre periodos de baja disponibilidad de forraje en zonas áridas (Ramírez *et al.*, 1996). Además de su aporte a la dieta, se identificó una relación alta entre su consumo y disponibilidad (Fig. 5).

La diversidad promedio de la dieta de *A. lervia* (2.89 ± 0.13) fue menor que la de *O. c. weemsi* en Sierra El Mechudo, Baja California Sur (3.3) (Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016). Sin embargo, fue mayor que la dieta de *O. c. mexicana* en Sierra El Viejo, Caborca, Sonora (0.51) (Tarango *et al.*, 2002). Además de las arbustivas, los pastos representan una fuente importante de alimento para *A. lervia*, principalmente en su hábitat natural. En el Parque Nacional Bou Hedma, Túnez, tan solo dos especies de pastos representaron el 63 % de la dieta anual de *A. lervia* (Ben Mimoun & Nouira, 2015). Al respecto, Nowak (1999) menciona que el consumo de pastos y herbáceas por este bóvido, puede ser un factor de competencia alimentaria con especies nativas como el borrego cimarrón y el venado cola blanca, modificando su dinámica poblacional.

En México y Estados Unidos se ha evidenciado la importancia de pastos y herbáceas en la dieta de *O. canadensis*: en Nuevo México, Watts (1979) en Big Hatchet, y Elenowitz (1983) en Peloncillo, encontraron un alto porcentaje de pastos en la dieta (46 y 68 %, respectivamente). En Texas, *O. canadensis* consumió 35 % herbáceas y 11 % de pastos (Brewer & Harveson, 2007). De igual manera, en San Gabriel y Death Valley, California, el consumo de pastos fue alto (60 y 56 %, respectivamente) (Ginnet & Douglas, 1982; Perry *et al.*, 1987). En México, Gastelum-Mendoza (2020) encontró un aporte alto de herbáceas (31.82 %) y pastos (15.83 %) en la dieta de *O. c. mexicana* en Coahuila. En Baja California Sur, *O. c. weemsi* consumió 26.9 % herbáceas (Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016), y en Sonora se alimentó de 32 % herbáceas y 4.5 % pastos (Tarango *et al.*, 2002). Esto indica que la disponibilidad de herbáceas y pastos, en las regiones donde *A. lervia* y *O. canadensis* convergen, podría ser un factor de competencia. Asimismo, no se encontró una

relación alta entre la frecuencia de pastos y herbáceas en la dieta del borrego berberisco y su disponibilidad en el hábitat (Fig. 5).

La alfalfa (*Medicago sativa*), un cultivo utilizado ampliamente como complemento alimentario en la dieta de algunos herbívoros silvestres y domésticos (Contreras *et al.*, 2019; Gaytán-Valencia *et al.*, 2019), como el caso de *O. v. texanus* en la UMA Rancho San Juan; representó el 9.36 (\pm 5.97) % de la dieta anual de *A. lervia*. En este sentido, se identificó mediante fotografías registradas por cámaras-trampa que, los rebaños de borrego berberisco, utilizan los comederos-abrevaderos artificiales con suministro de agua y alfalfa, aun cuando se ubican en partes bajas o lomeríos, fuera del territorio que comúnmente utilizan dentro de Sierra Las Hormigas (Fig. 6).

Las especies suculentas, especialmente nopales del género *Opuntia*, son particularmente importantes en la dieta de herbívoros silvestres en zonas áridas y semiáridas del norte de México, ya que representan una fuente de agua y contienen alto porcentaje de digestibilidad (Espino-Barros & Fuentes, 2005; Ramírez-Lozano, 2012); *A. lervia* solo seleccionó *O. engelmannii* durante primera y otoño, estaciones con ausencia de agua en los abrevaderos. Sin embargo, la presencia de fuentes de agua en verano, indican que consumió esta planta suculenta en función de su disponibilidad (Cuadro 2).

Ammotragus lervia consumió 64 especies vegetales, de ellas, 34 fueron de porte arbustivo. La dieta se conformó de 36 % arbustivas, 30 % herbáceas, 22 % pastos y 12 % suculentas. El consumo de arbustivas fue mayor en primavera, el de herbáceas en verano, el de pastos en otoño, y el de suculentas en primavera y verano. En promedio, el 40 % de la dieta se concentró en el consumo de *Vachellia rigidula*, *Tiquilia canescens*, *Medicago sativa* y *Opuntia engelmannii*. En todas las estaciones del año, *Vachellia rigidula* fue consumida en proporción a su disponibilidad; *O. engelmannii* y *O. lepotacualis*, en primavera y otoño; y *Leucophyllum frutescens* en primavera, fueron especies preferidas. Únicamente se identificó una relación alta ($R^2 = 0.84$) entre el consumo de arbustivas y su disponibilidad en el hábitat.

AGRADECIMIENTOS. Al Lic. Gerardo Benavides Pape por su interés y apoyo para la realización de este trabajo. Al Dr. Eduardo Estrada Castellón, por la identificación del material de referencia. Al personal técnico del Laboratorio de Fauna Silvestre de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León y del Rancho San Juan, especialmente al Ing. Vladimir Lara Ramírez, por su invaluable apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Ben Mimoun, J., Nouira, S. (2013) Social organization of barbary sheep (*Ammotragus lervia*) population in the Chambi National Park, Tunisia. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5 (1), 15–19. Disponible en: https://academicjournals.org/article/article1380037823_Ben%20Mimoun%20and%20Nouira.pdf (consultado 28 marzo 2022).
- Ben Mimoun, J., Nouira, S. (2015) Food habits of the berberisco *Ammotragus lervia* in the Bou Hedma mountains, Tunisia. *South African Journal of Science*, 111 (11/12), 1–5. <https://doi.org/10.17159/sajs.2015/20140448>
- Bolen, E. G., Robinson, W. L. (2002) *Wildlife Ecology and Management. Edition: 5th*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, U.S.A., 605 pp.
- Brewer, C. E., Harveson, L. A. (2007) Diets of bighorn sheep in the Chihuahuan Desert, Texas. *The Southwestern Naturalist*, 52 (1), 97–103. Disponible en: https://bri.sulross.edu/wp-content/uploads/2016/12/Brewer_2007_BighornDiets.pdf (consultado 23 marzo 2022).

- Canfield, R. H. (1941) Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry*, 39 (4), 388–394.
- Cassinello, J. (1998) *Ammotragus lervia*: a review on systematics, biology, ecology and distribution. *Annales Zoologici Fennici*, 35, 149–162. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/236585489_Ammotragus_lervia_A_review_on_systematics_biology_ecology_and_distribution#fullTextFileContent (consultado 23 febrero 2022).
- Chao, A., Jost, L. (2012) Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533–2547. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1890/11-1952.1> (consultado 16 abril 2022).
- Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C. (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) online: software for interpolation and extrapolation of species diversity. Disponible en: http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/ (consultado 14 diciembre 2022).
- Contreras, J. L., Cordero, A. G., Curasma, J., Thimothée, J. A., Del Solar, J. (2019) Influencia ambiental sobre el valor nutritivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en los Andes Peruanos. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 09 (01), 07–14. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2019.09.01.07-14>
- Cumming, G., Fidler, F., Vaux, D. L. (2007) Error bars in experimental biology. *The Journal of Cell Biology*, 177, 7–11. <https://doi.org/10.1083/jcb.200611141>
- Elenowitz, A. S. (1983) Habitat use and population dynamics of transplanted desert bighorn sheep in the Peloncillo Mountains, New Mexico. Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, U.E.A., 154 pp.
- Espino-Barros, O. V., Fuentes, M. M. (2005) Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54 (206–207), 191–196. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49520712.pdf> (consultado 4 marzo 2022).
- Fracker, S. B., Brichtle, J. A. (1944) Measuring the local distribution of *Ribes*. *Ecology*, 25, 283–303. <https://doi.org/10.2307/1931277>
- García, E. (1988) *Modificaciones al régimen de clasificación climática de Köppen, México*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México, 88 pp. Disponible en: <http://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/20190917100949.pdf> (consultado 25 febrero 2022).
- García-Hernández, J., Jurado-Ybarra, E. (2008) Caracterización del matorral submontano con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai*, 14 (1), 1–21. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46140101.pdf> (consultado 15 marzo 2022).
- Gastelum-Mendoza, F. I., Serna-Lagunes, R., Salazar-Ortiz, J., Cantú-Ayala, C. M., González-Saldívar, F. N. (2019) Dieta de herbívoros: técnica, importancia e implicaciones en el manejo de fauna silvestre. *Agroproductividad*, 12 (4), 17–23. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.391>
- Gastelum-Mendoza, F. I., Cantú-Ayala, C. M., Uvalle-Sauceda, J., Lozano Cavazos, E. A., Serna-Lagunes, R., 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), 137–156.

- <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.747>
- Gastelum-Mendoza, F. I. (2020) Ecología trófica y evaluación del hábitat de *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus* en Coahuila, México. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, N. L., México, 166 pp. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/21017/1/1080314673.pdf> (consultado 25 abril 2022).
- Gaytán-Valencia, J. A., Castro-Rivera, R., Villegas-Aparicio, Y., Aguilar-Benítez, G., Solís-Oba, M. M., Carrillo-Rodríguez, J. C., Negrete-Sánchez, L. O. (2019) Rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencias de defoliación. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10 (2), 353–366.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4319>
- Ginnet, T. F., Douglas, C. L. (1982) Food habitats of feral burros and desert bighorn sheep in Death Valley National Monument. *Desert Bighorn Council Transactions*, 24, 81–87.
- Guerrero-Cárdenas, I., Gallina, S., Corcuera, P., Álvarez-Cárdenas, S., Ramírez-Orduña, R. (2016) Diet composition and selection of the bighorn sheep (*Ovis canadensis*) in Sierra El Mechudo, Baja California Sur, Mexico. *Therya*, 7 (3), 423–629437.
<https://doi.org/10.12933/therya-16-394>
- Hill, M. O. (1973) Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54, 427–432.
<https://doi.org/10.2307/1934352>
- Holechek, J. L., Vavra, M., Pieper, R. D. (1982) Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *Journal of Range Management*, 35 (3), 309–315. Disponible en: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/viewFile/7331/6943> (consultado 25 marzo 2022).
- Ivlev, V. S. (1961) *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press. New Haven, U.S.A., 302 pp.
- Jost, L. (2006) Entropy and diversity. *Oikos*, 113, 363–375.
<https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Krausman, P. R., Leopold, B. D., Seegmiller, R. F., Steven, G. T. (1989) Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. *Wildlife Monographs*, 102, 53–66.
- Lozano-Cavazos, E. A., Gastelum-Mendoza, F. I., Reséndiz-Dávila, L., Romero-Figueroa, G., González-Saldívar, F. N., Uvalle-Sauceda, J. I. (2020) Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) identificada en contenido ruminal en Coahuila, México. *Agroproductividad*, 13 (6), 4954. Disponible en: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1702/1327> (consultado 1 abril 2022).
- Magurran, A. E., Henderson, P. A. (2010) Temporal turnover and the maintenance of diversity in ecological assemblages. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 3611–3620.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0285>
- Miranda, F., Hernández, E. (1963) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29–179.
<https://doi.org/10.17129/botsoci.1084>
- Nowak, R. M. (1999) *Walker's mammals of the world*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, U.S.A., 2015 pp.

- Perry, M. P., Dole, J. W., Holl, S. A. (1987) Analysis of the diets of mountain sheep from the San Gabriel Mountains, California. *California Fish and Game*, 73, 156–162.
- Ramírez, R. G., Haenlein, G. F., Treviño, A., Reyna, J. (1996) Nutrient and mineral profile of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) diets in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*, 23 (1), 7–16.
[https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00895-4](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00895-4)
- Ramírez-Lozano, R. G. (2012) *Alimentación del venado cola blanca: biología y ecología nutricional*. Monterrey, Nuevo León, México, 368 pp.
- Ramsey, C. W., Anderegg, M. J. (1972) Food habits of an aoudad sheep, *Ammotragus lervia* (Bovidae), in the Edwards Plateau of Texas. *Southwestern Naturalist*, 16, 267–280.
<https://doi.org/10.2307/3670063>
- RStudio Team (2016) RStudio: Integrated Development for R. (Online) RStudio, Inc. Boston, MA, USA.
<https://doi.org/10.1007/978-81-322-2340-5>
- Salazar-Ortiz, J., Barrera-Perales, M., Bravo-Vinaja, M. G., Serna-Lagunes, R., Ocaña-Parada, C. de J., Gastelum-Mendoza, F. I. (2022) Atributos poblacionales del venado temazate (*Mazama temama*) en la Sierra de Zongolica, Veracruz, México. *Agrociencia*, 56 (3), 492–517.
<https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i3.2805>
- Shannon, C. E. (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423.
<https://doi.org/10.1109/9780470544242.ch1>
- Simpson, D. C., Krysl, L. J., Hampy, D. B., Gray, G. G. (1978) The barbary sheep: a threat to desert bighorn survival. *Desert Bighorn Council Transactions*, 22, 26–28.
- Sparks, D. R., Malechek, J. C. (1968) Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*, 21 (4), 264. Disponible en: <https://repository.arizona.edu/bitstream/handle/10150/647794/5620-5499-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (consultado 16 abril 2022).
- Stuth, J. W. (1991) Foraging behavior. Pp. 65–83. En: Heitschmidt, R. K., Stuth, J. W. (Eds.). *Grazing Management: An ecological Perspective*. Timber Press, Portland, U.S.A.
- Tajchman, K., Steiner-Bogdaszewska, Z., Zolkiewski, P. (2018) Requirements and role of selected micro and macro elements in nutrition of cervids (Cervidae) - review. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16 (6), 7669–7686.
https://doi.org/10.15666/aeer/1606_76697686
- Tarango, L. A., Krausman, P. R., Valdez, R., Katting, R. M. (2002) Research observation: desert bighorn sheep diets in north-western Sonora, Mexico. *Journal of Range Management*, 55 (6), 530–534.
https://doi.org/10.2458/azu_jrm_v55i6_tarango707
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN] (2001) *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, 33 pp.
- Watts, T. J. (1979) Detrimental movement patterns in a remnant population of bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*). Thesis, New Mexico State University, Las Cruces, U.E.A., 131 pp.