



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSGRADO DE INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES

SELECCIÓN FORRAJERA POR UNGULADOS EN LA UNIDAD DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE, RANCHO NOCHE BUENA, SONORA, MÉXICO

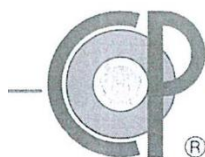
KRISLY SAUCEDO UUH

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México

2023



CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

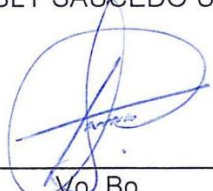
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe KRISLY SAUCEDO UUH, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "Selección Forrajera por Ungulados en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre, Rancho Noche Buena, Sonora, México" y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes; por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, a 09 de noviembre de 2023.



KRISLY SAUCEDO UUH

Vo. Bo.
DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

La presente tesis titulada: **Selección Forrajera por Ungulados en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre, Rancho Noche Buena, Sonora, México** realizada por la estudiante **Krisly Saucedo Uuh** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO
(DIRECTOR)



DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

CO-DIRECTOR



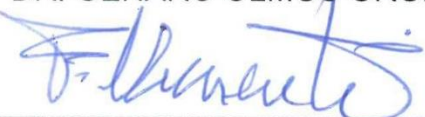
DR. RICARDO SERNA LAGUNES

ASESOR



DR. GENARO OLMOS OROPEZA

ASESOR



DR. FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ

ASESOR



DRA. MARÍA MAGDALENA CROSBY GALVÁN

Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México, octubre de 2023

SELECCIÓN FORRAJERA POR UNGULADOS EN LA UNIDAD DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE, RANCHO NOCHE BUENA, SONORA, MÉXICO

Krisly Saucedo Uuh, MC
Colegio de Postgraduados, 2023

RESUMEN

Las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS) son áreas productivas donde se permite el aprovechamiento cinegético. Sin embargo, aún es incipiente el conocimiento del componente alimenticio para el manejo de ungulados que aumente el rendimiento económico y su aprovechamiento sostenible. Por ello, se requiere abonar al conocimiento sobre la selectividad forrajera por ungulados que incida en el manejo y conservación de sus poblaciones y hábitats. El objetivo fue determinar la relación entre el uso y la disponibilidad del forraje para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*O. hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México, situada en una zona semiárida. De agosto a noviembre de 2022 se muestreó la vegetación en parcelas, registrando la frecuencia (disponibilidad) de especies vegetales consumidas por las especies anteriores. Para identificar la selección forrajera por los ungulados se analizó la composición de su dieta con pruebas de chi-cuadrada, intervalos de Bonferroni y el índice de selectividad de Ivlev. Con base a los intervalos de Bonferroni, los ungulados seleccionaron entre el 20% y el 31% de especies vegetales; y de acuerdo a su disponibilidad, usaron del 15% al 38% y no seleccionaron del 38% al 65% de las especies forrajeras. En el índice de Ivlev se obtuvo un porcentaje de selección entre el 33.4% al 71.4%, un uso de acuerdo a su disponibilidad del 25% al 53.8% y no seleccionado entre el 7.7% y el 41.6% de especies forrajeras. En los intervalos de Bonferroni se obtuvo un mayor porcentaje de especies forrajeras no seleccionadas, mientras que el índice de Ivlev un mayor porcentaje de especies seleccionadas: *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis*, *Stenocereus thurberi*, *Carnegiea gigantea*, *Olneya tesota* y *Bursera laxiflora*. Los cuatro ungulados evaluados seleccionaron a *Simmondsia chinensis*. El comportamiento forrajero reportado es de utilidad para adecuar el manejo sostenible de *O. virginianus*, *O. hemionus*, *O. c. mexicana* en interacción con ganado bovino (*B. taurus*) para conservar sus poblaciones y hábitats en Sonora, México.

Palabras clave: aprovechamiento sostenible, *Bos taurus*, índice Ivlev, intervalos de Bonferroni, manejo cinegético, *Odocoileus hemionus*, *Odocoileus virginianus*, *Ovis canadensis mexicana*, patrones forrajeros, zonas áridas.

**FORAGE SELECTION BY UNGULATES IN THE WILDLIFE MANAGEMENT AND
CONSERVATION UNIT RANCHO NOCHE BUENA, SONORA, MEXICO**

**Krisly Saucedo Uuh, MC
Colegio de Postgraduados, 2023**

ABSTRACT

The Management Units for the Conservation of Wildlife (UMAS) are productive areas where hunting use is allowed. However, knowledge of the nutritional component for ungulate management that increases economic performance and sustainable use is still incipient. Therefore, it is necessary to contribute to knowledge about forage selectivity by ungulates that affects the management and conservation of their populations and habitats. The objective was to determine the relationship between the use and availability of forage for white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), mule deer (*O. hemionus*), bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*) and cattle (*Bos taurus*) at the UMA Rancho. Noche Buena, Sonora, Mexico, located in a semi-arid area. From August to November 2022, the vegetation was sampled in plots, recording the frequency (availability) of plant species consumed by the previous species. To identify forage selection by ungulates, the composition of their diet was analyzed with chi-square tests, Bonferroni intervals and the Ivlev selectivity index. Based on Bonferroni intervals, ungulates selected between 20% and 31% of plant species; and according to their availability, they used from 15% to 38% and did not select from 38% to 65% of the forage species. In the Ivlev index, a selection percentage between 33.4% and 71.4% was obtained, a use according to its availability from 25% to 53.8% and not selected between 7.7% and 41.6% of forage species. In the Bonferroni intervals, a higher percentage of no selected forage species was obtained, while the Ivlev index showed a higher percentage of selected species: *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis*, *Stenocereus thurberi*, *Carnegiea gigantea*, *Olneya tesota* and *Bursera laxiflora*. The four ungulates evaluated selected *Simmondsia chinensis*. The reported foraging behavior is useful to adapt the sustainable management of *O. virginianus*, *O. hemionus*, *O. c. Mexicana* in interaction with cattle (*B. taurus*) to conserve their populations and habitats in Sonora, México.

Key words: sustainable exploitation, *Bos taurus*, Ivlev index, Bonferroni intervals, hunting management, *Odocoileus hemionus*, *Odocoileus virginianus*, *Ovis canadensis mexicana*, foraging patterns, arid zones.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, por la beca otorgada.

Al Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí por brindarme la oportunidad de obtener el grado de Maestra en Ciencias.

A mi Consejo Particular, por la dirección y los atinados comentarios que me permitieron desarrollar la tesis presentada.

A mis profesores, principalmente al Dr. Luis A. Tarango Arámbula, Dr. Genaro Olmos Oropeza y al Dr. Juan Felipe Martínez Montoya, por su apoyo en el trabajo de campo y diseño experimental. De igual forma, al Dr. Jorge Cadena Íñiguez por impulsar y orientar el desarrollo de productos secundarios.

Al MVZ Roberto Noriega Valdez, propietario de la UMA Rancho Noche Buena, por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la investigación.

Al personal del Campus San Luis Potosí.

Al personal de la UMA Rancho Noche Buena: Carlos, Papu, Rafa y Omar, por el esfuerzo físico compartido, la compañía y amistad.

A mis compañeros/amigos del Campus San Luis Potosí.

A mi familia biológica: Martha, Diana, Martín, Úrsula, Emilio, Sofía y Alan.

A mi familia no biológica que está conmigo hasta el día de hoy.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
AGRADECIMIENTOS	viii
CONTENIDO	ix
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	17
II.I Objetivo general	17
II.I.I Objetivos particulares	17
II.II Hipótesis	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
III.I Área de estudio	18
III.II Uso del forraje	19
III.III Disponibilidad del forraje	21
III.IV Análisis estadístico	22
Chi-cuadrada e intervalos de Bonferroni	23
Índice de selectividad de Ivlev	23
IV. RESULTADOS	25
IV.I Uso del forraje	25
IV.II Disponibilidad del forraje	25
IV.III Selectividad del forraje	28
Chi-cuadrada e intervalos de Bonferroni	28

Índice de selectividad de I_{lev}	32
Comparación entre intervalos de Bonferroni e I_{lev}	34
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
ANEXOS	51
VIII. LITERATURA CITADA	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta (frecuencia) de <i>Odocoileus virginianus</i> (VCB), <i>Odocoileus hemionus</i> (VB), <i>Ovis canadensis mexicana</i> (BC) y <i>Bos taurus</i> (GB) determinada en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	19
Cuadro 2. Especies vegetales registradas en las áreas de distribución de <i>Odocoileus virginianus</i> (VCB), <i>Odocoileus hemionus</i> (VB), <i>Ovis canadensis mexicana</i> (BC) y <i>Bos taurus</i> (GB) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	26
Cuadro 3. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.....	28
Cuadro 4. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	29
Cuadro 5. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis mexicana</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.....	30
Cuadro 6. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el ganado bovino (<i>Bos taurus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	31
Cuadro 7. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	32
Cuadro 8. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.....	33
Cuadro 9. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis mexicana</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	33
Cuadro 10. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el ganado bovino (<i>Bos taurus</i>) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	34

Cuadro 11. Comparativa de clasificación de uso entre los intervalos de Bonferroni y el índice de selectividad de Ivlev de las especies forrajeras consumidas por las cuatro especies de ungulados.	35
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo de vegetación distribuidos por área de actividad de cuatro especies de ungulados en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.	18
Figura 2. A) Representación gráfica de las parcelas de muestreo y B) parcela colocada en una zona de actividad de venado bura/ganado.....	22

I. INTRODUCCIÓN

En México, de acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre, la cacería de especies cinegéticas, se debe llevar a cabo en los predios definidos como Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA), que son territorios certificados con un plan de manejo para el aprovechamiento sustentable y conservación de la biodiversidad (Gallina-Tessaro *et al.*, 2009; Retes *et al.*, 2010). En el país, se aprovechan cinegéticamente 28 especies de mamíferos en las UMA's; de estas especies, destacan en la región norte de México, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el venado bura (*O. hemionus*) y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*). Esta diversificación productiva del sector rural genera empleos e ingresos en las regiones donde operan (SAGARPHA, 2021).

Uno de los retos para el manejo de las poblaciones y el hábitat de los ungulados silvestres, es entender la manera en que éstos utilizan y seleccionan el forraje, ya que esto depende de factores intrínsecos (p.ej. adaptaciones fisiológicas y anatómicas) y extrínsecos (p. ej. riqueza y diversidad de las especies botánicas). En el hábitat, la disponibilidad de forraje y calidad nutrimental son factores que hacen variar los patrones de selección de la dieta en ungulados silvestres (Ramírez-Lozano, 2004; Velásquez-Vélez *et al.*, 2009; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016; Levi *et al.*, 2022), ya que estos patrones tienen relación con el requerimiento nutricional del animal, la reproducción, sobrevivencia y con las interacciones competitivas entre especies (Månsson *et al.*, 2007; Gallina-Tessaro, 2011; Tuboi y Hussain, 2016; Werdel *et al.*, 2023).

En México, más de la mitad de su territorio corresponde a condiciones climáticas áridas y semi-áridas, las cuales se caracterizan por presentar un déficit hídrico y eventos de precipitación que varían en cantidad, distribución espacial y tiempo, lo que genera un impacto en la fenología, las condiciones del forraje y su disponibilidad (Tarango-Arámbula, 2005; Cain *et al.*, 2017; Briones *et al.*, 2018). El desarrollo de estrategias y técnicas adecuadas para el aprovechamiento sostenible de ungulados cinegéticos, el manejo de sus poblaciones, manejo del hábitat y su conservación, requieren de estudios e investigaciones para entender la ecología del forrajeo que incluye, entre otros, los

hábitos alimenticios, el contenido de nutrientes del forraje, y la selección y preferencia de especies vegetales (Granados *et al.*, 2014; Mellado, 2016).

Por ello, los estudios para dilucidar la relación entre el uso y la disponibilidad del forraje entre ungulados simpátricos, se vuelve importante para el manejo de la fauna silvestre, la vegetación nativa y los sistemas productivos basados en la biodiversidad de los sistemas áridos y semi-áridos (Granados *et al.*, 2014; Mellado, 2016). Para conocer la relación entre el uso y la disponibilidad de las especies botánicas, se utilizan análisis con los que se describe y cuantifica el grado de selección (Solís-Parra y Críales-Hernández, 2016), como el índice de Ivlev (1961), la prueba de chi-cuadrada e intervalos de Bonferroni (Byers *et al.* 1984); empleados para estudios ecológicos de diversos grupos biológicos, incluidos los ungulados silvestres y domésticos (Graham y Kroutil, 2001; Scognamillo *et al.*, 2003; Guerrero-Cárdenas, *et al.*, 2016; Solís-Parra y Críales-Hernández, 2016; Zuñiga *et al.*, 2022).

La literatura sobre la selección del forraje y patrones de alimentación en áreas de simpatria de ungulados silvestres con bovinos en UMA's, es escasa; pero existen estudios de selectividad y composición de la dieta para poblaciones silvestres de *O. virginianus*, *O. hemionus* y *O. c. mexicana* en distintas áreas geográficas y ecosistemas de México, en los cuales, reportan variaciones en la selección forrajera. Por ejemplo, *O. virginianus*, cuando la disponibilidad de recursos alimenticios es menor, selecciona aquellas plantas con contenido nutrimental más alto, lo que indica relación estrecha entre este componente y la selectividad forrajera (Lashley y Harper, 2012; Champagne *et al.*, 2018). En *O. c. mexicanus* la composición botánica de la dieta (CBD) no es influenciada por la segregación sexual (Gastelum-Mendoza *et al.*, 2021) y durante la sequía es más selectivo (Gedir *et al.*, 2020), seleccionando plantas que cubren o satisfacen sus necesidades nutrimentales temporalmente (Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016). En especies como *O. c. mexicanus* y *O. hemionus* que coexisten en la Isla Tiburón, la descripción de la CBD clarifica el grado de competencia espacio-temporal entre estas especies, auxiliando en la toma de decisiones sobre el mantenimiento viable de sus poblaciones (O'Farril *et al.*, 2019).

La producción ganadera y su efecto sobre el ambiente, ha orillado a los productores agropecuarios a diversificar sus sistemas productivos, además de optar por prácticas compatibles con la sustentabilidad y la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, estas prácticas presentan limitantes en aspectos legislativos, de gestión y carecen del conocimiento biológico básico de los componentes bióticos para un adecuado manejo (Guajardo y Martínez, 2004; Tapia-Landeros, 2013; Domege-Muñoz y Pérez-Gómez, 2019). La falta de conocimiento biológico y técnico por los propietarios de las UMA's limita el aprovechamiento sostenible de las especies cinegéticas (Avendaño-Carmona y Hernández-Ramírez, 2018). Para ampliar este conocimiento, se requiere aumentar el entendimiento de los patrones alimenticios de ungulados silvestres en áreas con prácticas ganaderas, con estudios multidisciplinarios desde la perspectiva inter-específica con la que se establezca la relación entre la disponibilidad, el uso del forraje y las interacciones ecológicas entre ungulados simpátricos y las plantas con potencial alimenticio para estas especies (Månsson *et al.*, 2007; Van Beest *et al.*, 2010; Wam y Hjeljord, 2010; Kaszta *et al.*, 2016; Stolter *et al.*, 2018). Al respecto, el entendimiento de la selección de las especies forrajeras que componen la dieta de los ungulados silvestres y domésticos en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, es importante para la gestión cinegética de las poblaciones de ungulados, el manejo de los hábitats y la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas áridos y semiáridos de México.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

II.I Objetivo general

Determinar la relación entre el uso de plantas forrajeras y su disponibilidad para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

II.I.I Objetivos particulares

1. Identificar las especies forrajeras de mayor consumo por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.
2. Determinar la frecuencia absoluta de las especies forrajeras para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.
3. Categorizar el tipo de selección de las plantas forrajeras con respecto a su uso/disponibilidad por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

II.II Hipótesis

Las plantas forrajeras en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México, no son utilizadas de acuerdo con su disponibilidad por el venado cola blanca (*O. virginianus*), venado bura (*O. hemionus*), borrego cimarrón (*O. c. mexicana*) y ganado bovino (*B. taurus*).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.I Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) denominada Rancho Noche Buena, de agosto a noviembre de 2022. Esta UMA se localiza en el municipio de Hermosillo, Sonora, México (Figura 1). La UMA tiene una extensión de 16,800 ha (SAGARPHA, 2021), su topografía es en su mayoría plana, resaltando dos zonas montañosas: Sierra Pico Johnson y Sierra Noche Buena (López *et al.*, 1999). El ganado bovino y el venado bura habitan en las planicies, mientras que el venado cola blanca y el borrego cimarrón en las zonas montañosas (Peralta-Pardo, 2020).

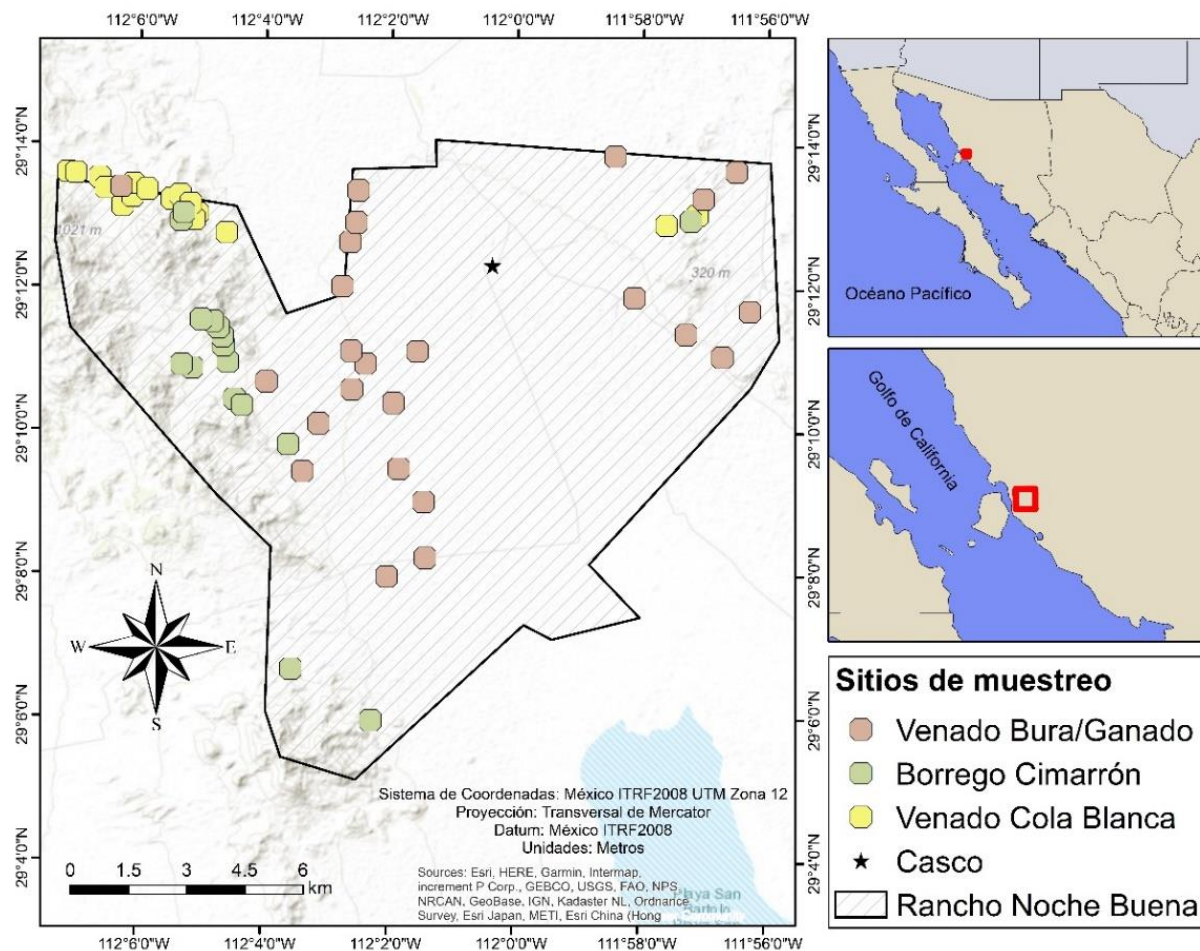


Figura 1. Ubicación de las parcelas de muestreo de vegetación distribuidos por área de actividad de cuatro especies de ungulados en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

El clima en la UMA es BWh(x'), muy árido, semicálido, con temperatura media anual de 18 a 22 °C, lluvias todo el año con lluvia invernal mayor al 18% (García, 1998). Los tipos de vegetación predominantes son los matorrales arbofruticosa, sarco-caulescente y el crasicaule (INEGI, 2019). Existen poblaciones en vida libre de especies cinegéticas de venado cola blanca (*O. virginianus*), venado bura (*O. hemionus*) y borrego cimarrón (*O. c. mexicana*) y producción de ganado bovino (sistema vaca-becerro) para exportación (*B. taurus*).

III.II Uso del forraje

La selección de las especies botánicas consumidas por *Odocoileus virginianus*, *Odocoileus hemionus*, *Ovis canadensis mexicana* y *Bos taurus* en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México se realizó tomando como base los resultados obtenidos por Peralta-Pardo (2020) sobre la composición botánica de la dieta (CBD) de estos cuatro ungulados (Cuadro 1), expresada en frecuencias absolutas de consumo. La composición de la dieta se realizó mediante la técnica microhistológica descrita por González y Améndola (2010). Las especies botánicas se agruparon por familia y forma de vida.

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta (frecuencia) de *Odocoileus virginianus* (VCB), *Odocoileus hemionus* (VB), *Ovis canadensis mexicana* (BC) y *Bos taurus* (GB) determinada en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie	Familia	Forma de vida	Frecuencia de consumo				Frecuencia acumulada
			VCB	VB	BC	GB	
<i>Justicia californica</i>	Acanthaceae	Ar	21	9	51	2	83
<i>Trianthema portulacastrum</i>	Aizoaceae	H	7	21	29	61	118
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Amaranthaceae	H	0	2	4	6	12
<i>Ambrosia dumosa</i>	Asteraceae	Ar	15	3	10	2	30
<i>Bebbia juncea</i>	Asteraceae	Ar	0	0	1	0	1
<i>Trixis californica</i>	Asteraceae	Ar	0	25	1	1	27
<i>Encelia farinosa</i>	Asteraceae	H	0	0	0	5	5
<i>Cordia parvifolia</i>	Boraginaceae	Ar	0	2	9	1	12
<i>Bursera laxiflora</i>	Burseraceae	A	32	37	30	2	101
<i>Bursera microphylla</i>	Burseraceae	A	30	106	41	32	209
<i>Carnegiea gigantea</i>	Cactaceae	S	6	69	32	181	288
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	Cactaceae	S	45	0	36	443	524
<i>Ferocactus wislizenii</i>	Cactaceae	S	54	1	170	0	225
<i>Lophocereus schottii</i>	Cactaceae	S	5	0	0	14	19

<i>Pachycereus pringlei</i>	Cactaceae	S	1	19	44	29	93
<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactaceae	S	26	64	14	137	241
<i>Croton sonorae</i>	Euphorbiaceae	Ar	0	76	3	1	80
<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	Ar	117	20	56	15	208
<i>Jatropha cuneata</i>	Euphorbiaceae	Ar	2	18	11	2	33
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae	H	0	1	0	0	1
<i>Ditaxis lanceolata</i>	Euphorbiaceae	H	0	22	98	0	120
<i>Ditaxis serrata</i>	Euphorbiaceae	H	37	0	0	6	43
<i>Euphorbia eriantha</i>	Euphorbiaceae	H	0	8	14	7	29
<i>Euphorbia prostrata</i>	Euphorbiaceae	H	8	55	18	29	110
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae	H	1	0	0	0	1
<i>Cercidium microphyllum</i>	Fabaceae	A	104	96	36	131	367
<i>Ebenopsis confinis</i>	Fabaceae	A	47	8	47	16	118
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	Fabaceae	A	0	0	0	15	15
<i>Mariosousa heterophylla</i>	Fabaceae	A	295	3	311	0	609
<i>Mimosa laxiflora</i>	Fabaceae	A	0	0	1	6	7
<i>Olneya tesota</i>	Fabaceae	A	39	181	28	220	468
<i>Prosopis juliflora</i>	Fabaceae	A	14	19	0	0	33
<i>Dalea mollissima</i>	Fabaceae	H	18	30	14	77	139
<i>Phaseolus grayanus</i>	Fabaceae	H	0	0	1	0	1
<i>Senna covesii</i>	Fabaceae	H	17	2	68	9	96
<i>Fouquieria splendens</i>	Fouquieriaceae	Ar	2	0	32	0	34
<i>Krameria erecta</i>	Krameriaceae	Ar	0	109	0	0	109
<i>Linum lewisii</i>	Linaceae	H	0	2	3	0	5
<i>Mentzelia pumila</i>	Loasaceae	H	0	0	1	0	1
<i>Galphimia angustifolia</i>	Malpighiaceae	Ar	0	5	0	0	5
<i>Mascagnia macroptera</i>	Malpighiaceae	H	141	101	225	77	544
<i>Abutilon incanum</i>	Malvaceae	Ar	1	0	20	29	50
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malvaceae	Ar	59	20	228	164	471
<i>Melochia tomentosa</i>	Malvaceae	Ar	7	0	7	28	42
<i>Allionia incarnata</i>	Nyctaginaceae	H	23	40	21	0	84
<i>Boerhavia coulteri</i>	Nyctaginaceae	H	22	0	14	24	60
<i>Boerhavia coccinea</i>	Nyctaginaceae	H	0	39	0	0	39
<i>Passiflora arida</i>	Passifloraceae	H	0	8	0	1	9
<i>Passiflora quercetorum</i>	Passifloraceae	H	50	0	50	0	100
<i>Aristida ternipes</i>	Poaceae	H	0	1	1	0	2
<i>Bouteloua barbata</i>	Poaceae	H	0	11	0	0	11
<i>Bouteloua aristoides</i>	Poaceae	H	0	0	0	63	63
<i>Eragrostis pectinacea</i>	Poaceae	H	0	2	0	1	3
<i>Panicum hirticaule</i>	Poaceae	H	1	0	3	2	6
<i>Colubrina viridis</i>	Rhamnaceae	Ar	9	12	5	8	34
<i>Cardiospermum corindum</i>	Sapindaceae	Ar	34	38	28	4	104
<i>Pseudorontium cyathiferum</i>	Scrophulariaceae	H	0	0	2	0	2

<i>Simmondsia chinensis</i>	Simmondsiaceae	Ar	515	337	193	136	1181
<i>Lycium berlandieri</i>	Solanaceae	Ar	1	66	8	9	84
<i>Solanum hindsianum</i>	Solanaceae	Ar	30	0	0	4	34
<i>Lippia palmeri</i>	Verbenaceae	Ar	0	0	3	0	3
<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllaceae	Ar	0	3	0	0	3
<i>Kallstroemia parviflora</i>	Zygophyllaceae	H	12	23	9	0	44
<i>Tribulus terrestris</i>	Zygophyllaceae	H	1	3	4	0	8
Total	25	4	39	44	48	41	64

A = arbórea; Ar = arbustiva; H = herbácea; S = suculenta; VCB = venado cola blanca; VB = venado bura; BC = borrego cimarrón; GB = ganado bovino

III.III Disponibilidad del forraje

Para registrar las especies forrajeras y su disponibilidad se establecieron parcelas como unidades de muestreo de la vegetación. El número mínimo de parcelas para las zonas de distribución de cada ungulado se obtuvo aplicando la fórmula para población desconocida ($n = \frac{z^2 pq}{i^2}$), nivel de confianza 95% y error del 0.03%. Se muestrearon un total de 56 parcelas (n=24, venado bura/ganado; n=16, venado cola blanca; n= 16, borrego cimarrón) (Figura 1). Estas se ubicaron en sitios con avistamientos de individuos o indicios (excretas o huellas). De acuerdo con la topografía y vegetación, el tamaño de las parcelas para venado bura y el ganado (áreas planas y vegetación abierta) fueron de 25 m x 25 m, mientras que para venado cola blanca y borrego cimarrón (áreas de montaña y vegetación densa) fueron de 20 m x 20 m (Matteucci y Colma, 1982).

Las parcelas se trazaron con una cuerda provista de cuatro estacas equidistantes que correspondían a los vértices (Figura 2). Las coordenadas de referencia de los sitios de muestreo se registraron en UTM (Universal Transversal de Mercator) y la altitud (metros sobre el nivel medio del mar) con el sistema portátil de posicionamiento global satelital (GPS) de mano Garmin eTrex® modelo 20x. Dentro de las parcelas, se registró la frecuencia de observación de los individuos de las especies de árboles, arbustos, herbáceas y suculentas, asignando un nombre común a las especies vegetales e identificando su forma de vida. Posterior al muestreo en campo, se complementó la información de las especies vegetales con el nombre científico y la familia botánica. Para su identificación taxonómica, se tomaron fotografías en los sitios de muestreo y se recolectaron muestras de hojas, flores o frutos, los cuales se colocaron en una prensa

botánica. Este material fue observado por el Dr. Diego Valdez Zamudio (Consultor Independiente, ex Profesor-Investigador y Encargado del Herbario del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora), quien realizó dicha identificación. Adicionalmente, se consultaron de bases de datos como SEINet Arizona-New Mexico Chapter (<https://swbiodiversity.org/seinet/>) y la plataforma de Naturalista México (<https://www.naturalista.mx/>).

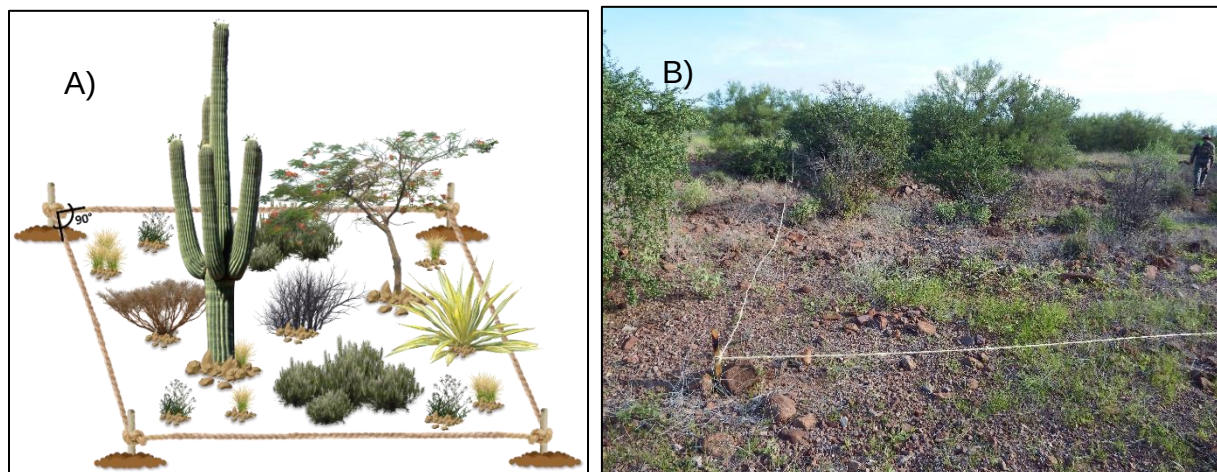


Figura 2. A) Representación gráfica de las parcelas de muestreo y B) parcela colocada en una zona de actividad de venado bura/ganado.

III.IV Análisis estadístico

Para establecer la relación entre el uso del forraje por los ungulados y su disponibilidad, se realizó la prueba de chi-cuadrada y se calcularon los intervalos de Bonferroni (Byers *et al.*, 1984), así como el índice de selectividad de Ivlev (Stuth, 1991); los dos últimos análisis se realizaron en Excel®. La disponibilidad de las especies vegetales (forraje) está dada por su frecuencia en campo y su uso por la frecuencia de consumo. En esta investigación, en virtud de que los patrones de precipitación determinan la disponibilidad del forraje en el área de estudio, a que el trabajo de investigación relacionado con la composición de la dieta de los ungulados en la UMA Rancho Noche Buena fueron de corto alcance y a la falta de precipitación durante 2021, se consideraron los resultados de la composición de la dieta obtenidos por Peralta-Pardo (2020), asumiendo que las especies registradas en las parcelas de muestreo fueron las mismas

que estuvieron disponibles al momento que este autor realizó la recolecta de excretas para determinar la composición botánica de la dieta de las cuatro especies de ungulados.

Chi-cuadrada e intervalos de Bonferroni

Con la prueba de chi-cuadrada se evalúan las posibles diferencias significativas entre el uso esperado y el uso observado, con base a la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(oi - ei)^2}{ei}$$

Donde *oi* representa a cada proporción observada y *ei* representa a cada proporción esperada (Ricardi, 2011). En este trabajo se consideró a *oi* como la frecuencia de consumo de cada especie botánica por los ungulados y *ei* como la proporción relativa de cada especie botánica disponible, multiplicada por el total de observaciones en el uso. Para esta prueba, se excluyeron las especies vegetales con un uso esperado (*ei*) menor a 5 (Byers *et al.*, 1984). Cuando los resultados de la prueba de chi-cuadrada muestran diferencia entre la proporción observada y esperada, se calculan los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni por especie botánica con la siguiente ecuación:

$$\bar{P}_i - z_{\alpha/2k} \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n} \leq p \leq \bar{P}_i + z_{\alpha/2k} \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n}$$

Donde $z_{\alpha/2k}$ es el valor de la probabilidad, *k* es el número de categorías, *P_i* es la proporción observada del uso en cada categoría y *n* es el total de uso observado. Los resultados se clasificaron en: 1) forraje seleccionado (cuando la proporción relativa de disponibilidad *P_{io}* estuvo por debajo del límite inferior), 2) forraje usado de acuerdo a su disponibilidad (cuando la proporción relativa de disponibilidad se encontró dentro del intervalo de confianza) y 3) forraje no seleccionado (cuando la proporción relativa de disponibilidad estuvo por encima del límite superior) (Byers *et al.*, 1984).

Índice de selectividad de Ivlev

El Índice de selectividad de Ivlev (ISI) relaciona la proporción del recurso usado y su proporción en el hábitat. Los cálculos se realizaron con la fórmula siguiente:

$$ISI = \frac{ri - pi}{ri + pi}$$

Donde ri es la proporción de uso/consumo de la especie i en la CBD y pi es la proporción de la especie i disponible (Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2016). Los valores de este índice se clasificaron de acuerdo a Stuth (1991): > 0.35 , forraje seleccionado; -0.35 a 0.35 , forraje utilizado de acuerdo a su disponibilidad; < -3.5 , forraje no seleccionado. Se excluyeron del análisis a las plantas con menos del 2% en la dieta.

IV. RESULTADOS

IV.I Uso del forraje

En la composición botánica de la dieta (CBD) reportada por Peralta-Pardo (2020) se incluyen 64 especies consumidas por las cuatro especies de ungulados, agrupadas en 25 familias botánicas y cuatro formas de vida. En la dieta del venado cola blanca, venado bura, borrego cimarrón y ganado bovino se registraron 39, 44, 48 y 41 especies botánicas, respectivamente. La especie con mayor frecuencia de consumo por las cuatro especies de herbívoros fue *Simmondsia chinensis* (15.5%), la familia con mayor representatividad en la CBD fue Fabaceae (24.3%) y la forma de vida de consumo más abundante fue la arbustiva (34.6%). En el caso del venado cola blanca y el venado bura la especie vegetal más consumida fue *S. chinensis* (27.8% y 19.6% respectivamente), la familia de mayor consumo correspondió a Fabacea (28.8% y 19.7%, respectivamente) y la forma de vida dominante fue la arbustiva (43.9% y 43.2%, respectivamente). Asimismo, el borrego cimarrón consumió más especies de forma de vida arbustiva (32.7%), la familia con más presencia en su dieta fue Fabaceae (24.8%) y la especie vegetal con mayor frecuencia de consumo fue *Mariosousa heterophylla* (15.2%). Finalmente, el ganado bovino consumió mayormente suculentas (40.2%), la familia Cactaceae tuvo mayor representatividad en la dieta (40.2%) y la especie con mayor frecuencia de consumo fue *Cylindropuntia fulgida* (22.2%) (Cuadro 1).

IV.II Disponibilidad del forraje

En las parcelas se registraron 74 especies, agrupadas en 27 familias y cuatro formas de vida (Cuadro 2). Con 51, 49 y 56 especies para venado cola blanca, venado bura/ganado bovino y borrego cimarrón, respectivamente. La familia con mayor frecuencia acumulada fue Euphorbiaceae (25.6%) y la forma de vida la arbustiva (70.4%). Las especies forrajeras con frecuencia mayor en las parcelas fueron *Jatropha cinerea* (14%), *Hibiscus denudatus* (13%) y *Encelia farinosa* (9.5%). En el área de actividad del venado cola blanca la especie con más registros fue *Jatropha cinerea* (15.5%), para el venado bura y ganado bovino resultó ser *Encelia farinosa* (30.2%) y para el borrego cimarrón *Hibiscus denudatus* (19.1%). La familia con registros mayores en las áreas del venado cola blanca y el borrego cimarrón fue Euphorbiaceae (24.3% y 31.3% respectivamente), mientras

que para el venado bura y ganado bovino fue la familia Asteraceae (31.6%). En el caso de la forma de vida con registro mayor, para los cuatro ungulados fue la arbustiva, siendo la zona del venado bura y el ganado bovino donde tuvo representatividad mayor (81%), seguido por las áreas del venado cola blanca (68%) y finalmente en las áreas del borrego cimarrón (66.8%) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies vegetales registradas en las áreas de distribución de *Odocoileus virginianus* (VCB), *Odocoileus hemionus* (VB), *Ovis canadensis mexicana* (BC) y *Bos taurus* (GB) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie	Familia	Forma de vida	Frecuencia en parcelas			
			VCB	VB/GB	BC	Frecuencia acumulada
<i>Holographis virgata</i>	Acanthaceae	Ar	144	6	131	281
<i>Justicia californica</i>	Acanthaceae	Ar	3	1	0	4
<i>Amaranthus fimbriatus</i>	Amaranthaceae	H	8	0	1	9
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	Amaranthaceae	H	0	2	41	43
<i>Polystemma cordifolium</i>	Apocynaceae	Ar	2	0	1	3
<i>Agave chrysoglossa</i>	Asparagaceae	S	4	0	0	4
<i>Ambrosia dumosa</i>	Asteraceae	Ar	0	8	0	8
<i>Bebbia juncea</i>	Asteraceae	Ar	0	0	2	2
<i>Encelia farinosa</i>	Asteraceae	Ar	204	573	56	833
<i>Porophyllum gracile</i>	Asteraceae	Ar	0	7	0	7
<i>Trixis californica</i>	Asteraceae	Ar	37	10	67	114
<i>Ambrosia confertiflora</i>	Asteraceae	H	67	0	0	67
<i>Heliopsis anomala</i>	Asteraceae	H	0	0	5	5
<i>Pectis filipes</i>	Asteraceae	H	0	0	29	29
<i>Pseudorontium cyathiferum</i>	Asteraceae	H	0	0	14	14
<i>Stephanomeria pauciflora</i>	Asteraceae	H	0	1	0	1
<i>Cordia parvifolia</i>	Boraginaceae	Ar	0	21	0	21
<i>Bursera laxiflora</i>	Burseraceae	A	0	2	4	6
<i>Bursera microphylla</i>	Burseraceae	A	92	25	104	221
<i>Carnegiea gigantea</i>	Cactaceae	S	27	19	19	65
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	Cactaceae	S	39	49	0	88
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Cactaceae	S	49	0	21	70
<i>Pachycereus pringlei</i>	Cactaceae	S	16	0	46	62
<i>Stenocereus thurberi</i>	Cactaceae	S	9	3	9	21
<i>Mamillaria grahamii</i>	Cactaceae	S	2	1	8	11
<i>Croton sonorae</i>	Euphorbiaceae	Ar	40	23	263	326
<i>Jatropha cinerea</i>	Euphorbiaceae	Ar	520	207	492	1219
<i>Jatropha cuneata</i>	Euphorbiaceae	Ar	40	37	1	78

<i>Pleradenophora bilocularis</i>	Euphorbiaceae	Ar	0	0	4	4
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae	H	0	2	0	2
<i>Ditaxis lanceolata</i>	Euphorbiaceae	H	143	58	242	443
<i>Euphorbia eriantha</i>	Euphorbiaceae	H	15	1	18	34
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	Euphorbiaceae	H	59	4	5	68
<i>Euphorbia tomentulosa</i>	Euphorbiaceae	H	0	0	53	53
<i>Cercidium microphyllum</i>	Fabaceae	A	56	139	104	299
<i>Eysenhardtia orthocarpa</i>	Fabaceae	A	0	0	2	2
<i>Mariosousa heterophylla</i>	Fabaceae	A	9	1	56	66
<i>Mimosa laxiflora</i>	Fabaceae	A	30	5	57	92
<i>Olneya tesota</i>	Fabaceae	A	42	30	22	94
<i>Desmanthus virgatus</i>	Fabaceae	Ar	9	0	0	9
<i>Errazurizia megacarpa</i>	Fabaceae	Ar	0	7	3	10
<i>Senna covesii</i>	Fabaceae	Ar	1	5	116	122
<i>Marina parryi</i>	Fabaceae	H	4	0	81	85
<i>Phaseolus filiformis</i>	Fabaceae	H	234	5	55	294
<i>Fouquieria splendens</i>	Fouquieriaceae	Ar	55	27	34	116
<i>Krameria grayi</i>	Krameriaceae	Ar	21	13	1	35
<i>Krameria erecta</i>	Krameriaceae	Ar	5	119	7	131
<i>Hyptis emoryi</i>	Lamiaceae	Ar	42	32	13	87
<i>Tephrosia leiocarpa</i>	Leguminosae	Ar	0	33	0	33
<i>Mentzelia adhaerens</i>	Loasaceae	H	78	4	0	82
<i>Cottisia gracilis</i>	Malpighiaceae	Ar	132	0	90	222
<i>Galphimia angustifolia</i>	Malpighiaceae	Ar	0	0	3	3
<i>Abutilon incanum</i>	Malvaceae	Ar	0	8	0	8
<i>Anoda cristata</i>	Malvaceae	Ar	0	0	2	2
<i>Hibiscus denudatus</i>	Malvaceae	Ar	384	125	657	1166
<i>Horsfordia alata</i>	Malvaceae	Ar	7	1	61	69
<i>Melochia tomentosa</i>	Malvaceae	Ar	92	25	114	231
<i>Waltheria indica</i>	Malvaceae	Ar	0	1	0	1
<i>Proboscidea althaeifolia</i>	Martyniaceae	H	0	1	0	1
<i>Morus microphylla</i>	Moraceae	Ar	1	0	0	1
<i>Allionia incarnata</i>	Nyctaginaceae	H	33	0	19	52
<i>Boerhavia coulteri</i>	Nyctaginaceae	H	40	0	4	44
<i>Passiflora arida</i>	Passifloraceae	H	4	1	0	5
<i>Colubrina viridis</i>	Rhamnaceae	Ar	43	47	40	130
<i>Condalia globosa</i>	Rhamnaceae	Ar	10	0	4	14
<i>Cardiospermum corindum</i>	Sapindaceae	Ar	159	5	107	271
<i>Simmondsia chinensis</i>	Simmondsiaceae	Ar	30	6	2	38
<i>Lycium berlandieri</i>	Solanaceae	Ar	5	0	13	18
<i>Solanum hindsianum</i>	Solanaceae	Ar	77	4	20	101
<i>Datura discolor</i>	Solanaceae	H	10	1	0	11
<i>Lippia palmeri</i>	Verbenaceae	Ar	159	9	93	261

<i>Fagonia laevis</i>	Zygophyllaceae	Ar	0	0	14	14
<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllaceae	Ar	65	178	6	249
<i>Kallstroemia grandiflora</i>	Zygophyllaceae	H	0	0	1	1
Total	27	4	51	49	56	74

A = arbórea; Ar = arbustiva; H = herbácea; S = suculenta; VCB = venado cola blanca; VB = venado bura; BC = borrego cimarrón; GB = ganado bovino

IV.III Selectividad del forraje

Chi-cuadrada e intervalos de Bonferroni

Al contrastar las 51 especies vegetales registradas en campo con las 39 especies forrajeras consumidas por *O. virginianus*, únicamente 20 cumplieron con el criterio de inclusión en el análisis. Dada la diferencia encontrada con el análisis de chi-cuadrada entre el uso y la disponibilidad ($\chi^2 = 25,084 > 32.67$, $\alpha = 0.05$), se calcularon los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni para las especies forrajeras. De acuerdo con los criterios de uso de Bonferroni, el venado cola blanca seleccionó el 20% de las especies analizadas, usó de acuerdo a su disponibilidad el 15% y no seleccionó el 65% de ellas (Cuadro 3). Las especies seleccionadas por el venado cola blanca fueron *Simmondsia chinensis*, *Mariosousa heterophylla*, *Cercidium microphyllum* y *Stenocereus thurberi*.

Cuadro 3. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	P_i	P_{io}	Li	Ls	Tipo de uso
<i>Cercidium microphyllum</i>	0.075	0.029	0.054	0.097	S
<i>Mariosousa heterophylla</i>	0.213	0.005	0.180	0.247	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	0.372	0.016	0.333	0.412	S
<i>Stenocereus thurberi</i>	0.019	0.005	0.008	0.030	S
<i>Boerhavia coulteri</i>	0.016	0.021	0.006	0.026	P
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	0.033	0.020	0.018	0.047	P
<i>Olneya tesota</i>	0.028	0.022	0.015	0.042	P
<i>Bursera microphylla</i>	0.022	0.048	0.010	0.034	R
<i>Cardiospermum corindum</i>	0.025	0.082	0.012	0.037	R
<i>Carnegiea gigantea</i>	0.004	0.014	-0.001	0.010	R
<i>Colubrina viridis</i>	0.007	0.022	0.000	0.013	R
<i>Ditaxis lanceolata</i>	0.027	0.074	0.014	0.040	R
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	0.001	0.031	-0.001	0.003	R
<i>Fouquieria splendens</i>	0.001	0.028	-0.002	0.005	R
<i>Hibiscus denudatus</i>	0.043	0.199	0.026	0.059	R

<i>Jatropha cinerea</i>	0.085	0.269	0.062	0.107	R
<i>Jatropha cuneata</i>	0.001	0.021	-0.002	0.005	R
<i>Melochia tomentosa</i>	0.005	0.048	-0.001	0.011	R
<i>Pachycereus pringlei</i>	0.001	0.008	-0.001	0.003	R
<i>Solanum hindsianum</i>	0.022	0.040	0.010	0.034	R

P_i = Proporción observada; P_{io} = Proporción esperada; Li = Límite inferior del intervalo; Ls = Límite superior del intervalo; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

En la zona de distribución del venado bura (*O. hemionus*) se registraron 49 especies vegetales, de las cuales 44 formaron parte de su dieta; de ellas, únicamente 18 cumplieron con el criterio de inclusión. Dada la diferencia mostrada por el análisis de chi-cuadrada entre el uso y la disponibilidad ($\chi^2 = 19,286.55 > 28.86$, $\alpha = 0.05$), se calcularon los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni para las especies forrajeras identificando que este herbívoro seleccionó el 27.8% de las especies analizadas, usó de acuerdo a su disponibilidad el 22.2% de las especies y no seleccionó al 50% de ellas (Cuadro 4). Las especies seleccionadas fueron *Simmondsia chinensis*, *Olneya tesota*, *Bursera microphylla*, *Cardiospermum corindum* y *Carnegiea gigantea*.

En la zona de actividad del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) se registraron 56 especies vegetales de las cuales 48 forman parte de su dieta; de ellas, únicamente 21 se consideraron para el análisis de chi-cuadrada. Con este análisis mostramos diferencias entre el uso y la disponibilidad ($\chi^2 = 4,359.9 > 32.67$, $\alpha = 0.05$), por lo que se calcularon los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni, con base en ellos, el borrego cimarrón seleccionó el 24% de las especies, usó de acuerdo a su disponibilidad el 38% y no seleccionó un porcentaje igual (38%) (Cuadro 5). Las especies seleccionadas por este herbívoro fueron *Mariosousa heterophylla*, *Olneya tesota*, *Fouquieria splendens*, *Pachycereus pringlei* y *Carnegiea gigantea*.

Cuadro 4. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	P_i	P_{io}	Li	Ls	Tipo de uso
<i>Bursera microphylla</i>	0.093	0.023	0.067	0.119	S
<i>Cardiospermum corindum</i>	0.033	0.005	0.017	0.049	S
<i>Carnegiea gigantea</i>	0.061	0.017	0.039	0.082	S
<i>Olneya tesota</i>	0.159	0.028	0.127	0.191	S

<i>Simmondsia chinensis</i>	0.296	0.006	0.255	0.336	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	0.067	0.045	0.045	0.089	P
<i>Krameria erecta</i>	0.096	0.109	0.070	0.122	P
<i>Senna covesii</i>	0.002	0.005	-0.002	0.005	P
<i>Trixis californica</i>	0.022	0.009	0.009	0.035	P
<i>Ambrosia dumosa</i>	0.003	0.007	-0.002	0.007	R
<i>Cercidium microphyllum</i>	0.084	0.128	0.060	0.109	R
<i>Colubrina viridis</i>	0.011	0.043	0.001	0.020	R
<i>Cordia parvifolia</i>	0.002	0.019	-0.002	0.005	R
<i>Ditaxis lanceolata</i>	0.019	0.053	0.007	0.032	R
<i>Hibiscus denudatus</i>	0.018	0.115	0.006	0.029	R
<i>Jatropha cinerea</i>	0.018	0.190	0.006	0.029	R
<i>Jatropha cuneata</i>	0.016	0.034	0.005	0.027	R
<i>Larrea tridentata</i>	0.003	0.164	-0.002	0.007	R

P_i = Proporción observada; P_{io} = Proporción esperada; Li = Límite inferior del intervalo; Ls = Límite superior del intervalo; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

Cuadro 5. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	P_i	P_{io}	Li	Ls	Tipo de uso
<i>Carnegie giganteae</i>	0.030	0.007	0.014	0.046	S
<i>Fouquieria splendens</i>	0.030	0.012	0.014	0.046	S
<i>Mariosousa heterophylla</i>	0.291	0.021	0.249	0.333	S
<i>Olneya tesota</i>	0.026	0.008	0.011	0.041	S
<i>Pachycereus pringlei</i>	0.041	0.017	0.023	0.060	S
<i>Allionia incarnata</i>	0.020	0.007	0.007	0.033	P
<i>Bursera microphylla</i>	0.038	0.038	0.020	0.056	P
<i>Cardiospermum corindum</i>	0.026	0.039	0.011	0.041	P
<i>Cercidium microphyllum</i>	0.034	0.038	0.017	0.050	P
<i>Euphorbia eriantha</i>	0.013	0.007	0.003	0.024	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	0.213	0.241	0.175	0.251	P
<i>Lycium berlandieri</i>	0.007	0.005	-0.001	0.015	P
<i>Senna covesii</i>	0.064	0.043	0.041	0.086	P
<i>Colubrina viridis</i>	0.005	0.015	-0.002	0.011	R
<i>Croton sonora</i>	0.003	0.097	-0.002	0.008	R
<i>Jatropha cinerea</i>	0.052	0.181	0.032	0.073	R
<i>Lippia palmeri</i>	0.003	0.034	-0.002	0.008	R
<i>Melochia tomentosa</i>	0.007	0.042	-0.001	0.014	R
<i>Mimosa laxiflora</i>	0.001	0.021	-0.002	0.004	R
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	0.004	0.015	-0.002	0.009	R
<i>Trixis californica</i>	0.001	0.025	-0.002	0.004	R

P_i = Proporción observada; P_{io} = Proporción esperada; Li = Límite inferior del intervalo; Ls = Límite superior del intervalo; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

El número de especies registradas en las áreas de actividad del ganado bovino (*Bos taurus*) fue 49 y las consumidas 41; de ellas, únicamente 19 figuraron en el análisis de chi-cuadrada. Con el análisis, nuevamente, se encontraron diferencias entre el uso y la disponibilidad de las especies forrajeras ($\chi^2 = 10,946.39 > 28.86$, $\alpha=0.05$), por lo que se calcularon los intervalos de confianza simultáneos Bonferroni, determinando que el 31.6% de las especies fueron seleccionadas, el 15.8% fueron usadas de acuerdo a la disponibilidad y el 52.6% no fueron seleccionadas (Cuadro 6). Las especies forrajeras seleccionadas fueron *Simmondsia chinensis*, *Melochia tomentosa*, *Encelia farinosa*, *Croton sonorae*, *Carnegiea gigantea* y *Abutilon incanum*.

Cuadro 6. Intervalos de confianza de Bonferroni calculados para las especies vegetales consumidas por el ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	P_i	P_{io}	Li	Ls	Tipo de uso
<i>Abutilon incanum</i>	0.021	0.005	0.009	0.032	S
<i>Carnegiea gigantea</i>	0.129	0.012	0.102	0.155	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	0.315	0.031	0.278	0.352	S
<i>Hibiscus denudatus</i>	0.117	0.079	0.091	0.142	S
<i>Oleña tesota</i>	0.156	0.019	0.127	0.185	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	0.097	0.004	0.073	0.120	S
<i>Melochia tomentosa</i>	0.019	0.015	0.009	0.031	P
<i>Bursera microphylla</i>	0.023	0.016	0.011	0.035	P
<i>Cercidium microphyllum</i>	0.093	0.088	0.070	0.116	P
<i>Larrea tridentata</i>	0.112	0.001	-0.002	0.004	R
<i>Ambrosia dumosa</i>	0.001	0.005	-0.002	0.004	R
<i>Colubrina viridis</i>	0.006	0.030	0.000	0.012	R
<i>Cordia parviflora</i>	0.001	0.013	-0.001	0.003	R
<i>Croton sonorae</i>	0.001	0.014	-0.001	0.003	R
<i>Ditaxis lanceolata</i>	0.004	0.361	-0.001	0.008	R
<i>Jatropha cinerea</i>	0.011	0.130	0.002	0.019	R
<i>Jatropha cuneata</i>	0.001	0.023	-0.002	0.004	R
<i>Trixis californica</i>	0.001	0.006	-0.001	0.003	R
<i>Encelia farinosa</i>	0.004	0.361	-0.001	0.008	R

P_i = Proporción observada; P_{io} = Proporción esperada; Li = Límite inferior del intervalo; Ls = Límite superior del intervalo; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

En esta investigación se identificó que cuatro especies forrajeras se seleccionaron por más de una especie de ungulado. *Simmondsia chinensis* fue seleccionada por el venado

cola blanca, el venado bura y el ganado bovino; *Olneya tesota* y *Carnegiea gigantea* fueron seleccionadas por el venado bura, el borrego cimarrón y el ganado bovino, y *M. heterophylla* fue seleccionada por el venado cola blanca y el borrego cimarrón. Las especies forrajeras no seleccionadas por las cuatro especies de herbívoros fueron *Colubrina viridis* y *Jatropha cinérea*; *Ditaxis lanceolata* y *Jatropha cuneata* no fueron seleccionadas por el venado cola blanca, el venado bura y el ganado bovino.

Índice de selectividad de Ivlev

Siguiendo el criterio de exclusión del índice de selectividad de Ivlev y considerando las especies vegetales registradas en las parcelas y en la dieta, se analizaron 12 especies para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). Este herbívoro seleccionó el 33.4%, usó de acuerdo a su disponibilidad el 25% y no seleccionó el 41.6% de las especies (Cuadro 7). Las especies de plantas seleccionadas fueron *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis* y *Passiflora quercetorum*.

Cuadro 7. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	R_i	P_i	ISI	Tipo de uso
<i>Cercidium microphyllum</i>	7.06	2.88	0.421	S
<i>Mariosousa heterophylla</i>	20.03	0.46	0.955	S
<i>Passiflora quercetorum</i>	3.39	0.21	0.886	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	34.96	1.54	0.915	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	3.05	2.01	0.207	P
<i>Olneya tesota</i>	2.65	2.16	0.102	P
<i>Solanum hindsianum</i>	2.04	3.96	-0.321	P
<i>Bursera microphylla</i>	2.04	4.73	-0.398	R
<i>Cardiospermum corindum</i>	2.31	8.17	-0.560	R
<i>Ditaxis lanceolata</i>	2.51	7.35	-0.491	R
<i>Hibiscus denudatus</i>	4.01	19.74	-0.663	R
<i>Jatropha cinerea</i>	7.94	26.74	-0.542	R

R_i = Proporción de uso en la dieta; P_i = Proporción disponible en la vegetación; ISI = valor del índice de Ivlev; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

En cuanto a las especies vegetales registradas en las parcelas y en la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus*), en el análisis se incluyeron 10 de ellas. El venado bura seleccionó 70% y usó de acuerdo a su disponibilidad el 30% (Cuadro 8). Las especies

seleccionadas por el venado bura fueron *Simmondsia chinensis*, *Stenocereus thurberi* y *Bursera laxiflora*.

Cuadro 8. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el venado bura (*Odocoileus hemionus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	R_i	P_i	ISI	Tipo de uso
<i>Bursera laxiflora</i>	2.89	0.18	0.882	S
<i>Bursera microphylla</i>	8.27	2.27	0.570	S
<i>Cardiospermum corindum</i>	2.97	0.45	0.735	S
<i>Carnegiea gigantea</i>	5.39	1.72	0.515	S
<i>Olneya tesota</i>	14.13	2.72	0.677	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	26.31	0.54	0.959	S
<i>Stenocereus thurberi</i>	5.00	0.27	0.897	S
<i>Cercidium microphyllum</i>	7.49	12.60	-0.254	P
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	5.93	4.44	0.144	P
<i>Krameria erecta</i>	8.51	10.79	-0.118	P

R_i = Proporción de uso en la dieta; P_i = Proporción disponible en la vegetación; ISI= valor del índice de Ivlev; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

En cuanto a las especies vegetales registradas en las parcelas y en la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), en el análisis se incluyeron únicamente 13 de ellas. Esta especie seleccionó el 38.5%, usó de acuerdo a su disponibilidad el 53.8% y no seleccionó el 7.7% (Cuadro 9). Las especies seleccionadas por el borrego fueron *Simmondsia chinensis*, *Bursera laxiflora* y *Mariosousa heterophylla*.

Cuadro 9. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	R_i	P_i	ISI	Tipo de uso
<i>Bursera laxiflora</i>	2.24	0.15	0.878	S
<i>Carnegiea giganteae</i>	2.39	0.69	0.551	S
<i>Mariosousa heterophylla</i>	23.19	2.04	0.838	S
<i>Olneya tesota</i>	2.09	0.80	0.446	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	14.39	0.07	0.990	S
<i>Bursera microphylla</i>	3.06	3.79	-0.106	P
<i>Cardiospermum corindum</i>	2.09	3.90	-0.302	P
<i>Cercidium microphyllum</i>	2.68	3.79	-0.170	P
<i>Fouquieria splendens</i>	2.39	1.24	0.317	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	17.00	23.92	-0.169	P
<i>Pachycereus pringlei</i>	3.28	1.67	0.324	P
<i>Senna covesii</i>	5.07	4.22	0.091	P
<i>Jatropha cinerea</i>	4.18	17.91	-0.622	R

R_i = Proporción de uso en la dieta; P_i = Proporción disponible en la vegetación; ISI= valor del índice de Ivlev; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

Considerando la disponibilidad de especies en los sitios de muestreo y las que componen la dieta del ganado bovino (*Bos taurus*), sólo se consideraron siete especies forrajeras de las cuales el ganado seleccionó el 71.4% y usó de acuerdo a su disponibilidad el 28.6% (Cuadro 10). Las especies seleccionadas por el ganado bovino fueron *Simmondsia chinensis*, *Carnegiea gigantea* y *Cylindropuntia fulgida*.

Cuadro 10. Índice de selectividad calculado para las especies vegetales consumidas por el ganado bovino (*Bos taurus*) en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

Especie forrajera	R_i	P_i	ISI	Tipo de uso
<i>Carnegiea gigantea</i>	11.23	1.17	0.811	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	27.48	3.03	0.802	S
<i>Olneya tesota</i>	13.65	1.85	0.761	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	8.44	0.37	0.916	S
<i>Stenocereus thurberi</i>	8.50	0.19	0.957	S
<i>Cercidium microphyllum</i>	8.13	8.59	-0.027	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	10.17	7.72	0.137	P

R_i = Proporción de uso en la dieta; P_i = Proporción disponible en la vegetación; ISI = valor del índice de Ivlev; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

Con el índice Ivlev se identificó que seis especies forrajeras fueron seleccionadas por más de un ungulado. *S. chinensis* fue seleccionada por las cuatro especies de ungulados; *Carnegiea gigantea* y *O. tesota* por el venado bura, el borrego cimarrón y el ganado bovino; *M. heterophylla* por el venado cola blanca y el borrego cimarrón; *Bursera laxiflora* por el venado bura y el borrego cimarrón y, *Stenocereus thurberi* fue seleccionada por el venado bura y el ganado bovino. Por otra parte, *J. cinerea* fue la única especie no seleccionada por al menos dos especies de ungulados.

Comparación entre intervalos de Bonferroni e Ivlev

De forma general los resultados sobre el uso y selección de las especies forrajeras con ambos análisis coinciden. Cabe señalar que únicamente cinco especies se diagnosticaron con resultados diferentes utilizando intervalos de Bonferroni e índice Ivlev

(dos especies como no seleccionado/uso de acuerdo a la disponibilidad y tres como seleccionado/uso de acuerdo a la disponibilidad) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparativa de clasificación de uso entre los intervalos de Bonferroni y el índice de selectividad de Ivlev de las especies forrajeras consumidas por las cuatro especies de ungulados.

Especie forrajera	Tipo de Uso	
	Bonferroni	Ivlev
Venado Cola Blanca		
<i>Cercidium microphyllum</i>	S	S
<i>Mariosousa heterophylla</i>	S	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	S	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	P	P
<i>Olneya tesota</i>	P	P
<i>Bursera microphylla</i>	R	R
<i>Cardiospermum corindum</i>	R	R
<i>Ditaxis lanceolata</i>	R	R
<i>Hibiscus denudatus</i>	R	R
<i>Jatropha cinerea</i>	R	R
<i>Solanum hindsianum*</i>	R	P
Venado Bura		
<i>Bursera microphylla</i>	S	S
<i>Cardiospermum corindum</i>	S	S
<i>Carnegiea gigantea</i>	S	S
<i>Olneya tesota</i>	S	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	S	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	P	P
<i>Krameria erecta</i>	P	P
<i>Cercidium microphyllum*</i>	R	P
Borrego Cimarrón		
<i>Carnegiea gigantea</i>	S	S
<i>Fouquieria splendens*</i>	S	P
<i>Mariosousa heterophylla</i>	S	S
<i>Olneya tesota</i>	S	S
<i>Pachycereus pringlei*</i>	S	P
<i>Bursera microphylla</i>	P	P
<i>Cardiospermum corindum</i>	P	P
<i>Cercidium microphyllum</i>	P	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	P	P
<i>Senna covesii</i>	P	P
<i>Jatropha cinerea</i>	R	R
Ganado Bovino		

<i>Carnegiea gigantea</i>	S	S
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	S	S
<i>Hibiscus denudatus</i> *	S	P
<i>Olneya tesota</i>	S	S
<i>Simmondsia chinensis</i>	S	S
<i>Cercidium microphyllum</i>	P	P

*Especies con tipo de selección diferencial entre intervalos de confianza de Bonferroni e índice de Ivlev; S = seleccionado; P = usado de acuerdo a su disponibilidad; R = no seleccionado.

V. DISCUSIÓN

En la Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre Rancho Noche Buena, *Odocoileus virginianus* seleccionó cinco especies forrajeras: *Mariosousa heterophylla* (arbórea), *Cercidium microphyllum* (arbórea), *Simmondsia chinensis* (arbustiva) *Stenocereus thurberi* (suculenta) y *Passiflora quercetorum* (herbácea). Aunque Ramírez-Lozano (2004) menciona que *Odocoileus virginianus* es un herbívoro selectivo con tendencia de consumo hacía herbáceas y arbustos, la composición de la dieta varía dependiendo del contexto ambiental en el que esta especie se desarrolla. El venado cola blanca prefiere herbáceas sobre las arbustivas, dado que estas son más digestibles y poseen valor nutricional más alto (Holechek, 1984; Ramírez-Lozano, 2004); sin embargo, la precipitación escasa en las zonas áridas y semiáridas limita la producción y disponibilidad de herbáceas (Arnold y Drawe, 1979; Dye *et al.*, 2016). Ante este escenario climático, las especies leñosas, como ocurrió en este estudio, componen el forraje disponible (Fulbright y Ortega-Santos, 2007).

En la zona de estudio, la temporada seca sucede de marzo a junio y precipitación mayor ocurre de julio a septiembre y en noviembre (REMAS, 2023). En la época de lluvia la disponibilidad relativa de herbáceas es mayor; sin embargo, en este estudio *P. quercetorum* fue la única herbácea seleccionada y *Boerhavia coulteri* y *Solanum hindsianum* fueron consumidas de acuerdo a su disponibilidad, dejando el 67% de las herbáceas analizadas en la categoría de no selección con el índice de Ivlev, y el 83% de acuerdo a los intervalos de Bonferroni. Con base a los resultados, en el área de estudio el venado cola blanca no seleccionó la mayoría de las especies de herbáceas, contrario a lo reportado por Holechek (1984) y Ramírez-Lozano (2004).

En este trabajo, *Odocoileus hemionus* seleccionó siete especies forrajeras: *Bursera microphylla* (arbórea), *Olneya tesota* (arbórea), *Bursera laxiflora* (arbórea), *Cardiospermum corindum* (herbácea), *Carnegiea gigantea* (suculenta), *Simmondsia chinensis* (arbustiva) y *S. thurberi* (suculenta). Con respecto al comportamiento alimenticio del venado bura, Olivas-Sánchez *et al.* (2015) mencionan que este es un ungulado oportunista y suele ser selectivo hacia especies vegetales con concentraciones altas de nutrimentos, con una dieta altamente variable y adaptable a la disponibilidad

vegetal. Esta diversidad de forrajes en la dieta del venado bura se puede apreciar en el análisis de diversidad de dieta (Anexo C3). Las concentraciones altas de nutrimentos en las especies forrajeras podrían explicar la selección observada por el venado bura; sin embargo, en este estudio no se realizaron análisis de este componente.

Algunos autores (Boeker *et al.*, 1972; Krausman *et al.*, 1997; Alcala-Galvan y Krausman, 2012; Marshal *et al.*, 2012) reportan que *O. hemionus* prefiere consumir especies arbustivas, y que el consumo de herbáceas es altamente variable. El consumo de herbáceas suele suceder durante temporadas relativamente húmedas, volviéndose en ocasiones el componente vegetal dominante en la dieta (Alcala-Galvan y Krausman, 2012). El orden de no selección por el venado bura fue arbustivas (71%), herbáceas (50%) y arbóreas (33%).

Ovis canadensis mexicana seleccionó siete especies forrajeras: *Mariosousa heterophylla* (arbórea), *Bursera laxiflora* (arbórea), *Olneya tesota* (arbórea), *Simmondsia chinensis* (arbustiva), *Carnegiea giganteae* (suculenta), *Fouquieria splendens* (arbustiva) y *Pachycereus pringlei* (suculenta). La composición de la dieta del borrego cimarrón varía en cuanto a la presencia de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, suculentas y pastos dada la naturaleza cambiante de las zonas desérticas y semidesérticas en las que habita, adaptando sus necesidades nutrimentales a esa variación ambiental por lo que se considera una especie oportunista (Krausman *et al.*, 1989; Miller y Gaud, 1989; Wagner y Peek, 2006). Un ejemplo de esta adaptación se observa durante la lactancia, donde las herbáceas son una fuente importante de nutrientes; así como durante la época cálida donde participan como reserva energética para sortear el invierno (Wagner y Peek, 2006). Tarango *et al.* (2002) y Guerrero-Cárdenas *et al.* (2018) señalan que la disponibilidad de plantas forrajeras y su contenido nutricional son los dos factores que influyen en la variación de la dieta del borrego cimarrón. Esta especie en la UMA Rancho Noche Buena no seleccionó en porcentaje mayor a las especies herbáceas y arbustivas (50% y 66%, respectivamente) y en menor medida a las arbóreas y suculentas, de éstas, el borrego seleccionó el 50% de los árboles (n=4) y el 100% de suculentas analizadas (n=2).

El ganado bovino (*Bos taurus*) seleccionó siete especies forrajeras: *Carnegiea gigantea* (suculenta), *Cylindropuntia fulgida* (suculenta), *Olneya tesota* (arbórea), *Simmondsia chinensis* (arbustiva), *Abutilon incanum* (herbácea), *Hibiscus denudatus* (herbácea) *Stenocereus thurberi* (suculenta). *B. taurus* comúnmente incluye en su dieta una proporción importante de gramíneas, de herbáceas y arbustos, cuando su disponibilidad es menor, aunque sus características anatómicas limitan el ramoneo de arbustivas (Holechek, 1984; Lyons y Stuth, 2007; Sprinkle *et al.*, 2015). Los cambios en la disponibilidad de plantas en los agostaderos de zonas áridas y semiáridas de México se relacionan con limitantes climáticas y con el manejo de los hatos ganaderos (Bravo Peña *et al.*, 2010; Luna, 2013). En el rancho Noche Buena, el ganado bovino seleccionó mayormente suculentas, arbustivas, y a ninguna gramínea. De las cuatro especies de ungulados, el ganado bovino tuvo el menor porcentaje de especies usadas de acuerdo a su disponibilidad, esto podría indicar que esta especie es más selectiva en la UMA (Anexo C3) al presentar diversidad baja en la composición botánica de la dieta.

Como se ha referido, la selección de plantas forrajeras por los ungulados depende no solamente de aspectos ambientales sino de las características nutricionales de las plantas, de las necesidades nutrimentales de los ungulados, conductas sociales y antidepredación, y la disponibilidad del forraje (Tarango *et al.*, 2002; Cash y Fulbright, 2005; Wagner y Peek, 2006; Waite y Field, 2008; Timmons *et al.*, 2010). Los herbívoros mayores del Rancho Noche Buena, en su mayoría no consumieron todas las especies forrajeras presentes en su dieta de acuerdo a su disponibilidad, por lo que la selección de ciertas especies forrajeras puede explicarse por dos supuestos. El primero es que el contenido de nutrientes en las especies seleccionadas es mayor que en las no consumidas, y el segundo es que las especies no seleccionadas pudieran contener taninos, alcaloides, oxalatos o resinas, los cuales reducen el valor nutritivo del forraje o son tóxicas (Ramírez *et al.*, 1996; Holechek, 1984; Campbell y Hewitt, 2005).

En el área de estudio, los ungulados seleccionaron mayormente especies leñosas; de éstas, las especies de hojas perennes, como *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis*, *Olneya tesota* y *Bursera laxiflora* producen follaje a tasa constante a lo largo del año, y posiblemente por ello, su contenido de proteína, fósforo y vitaminas no

presenta variaciones importantes entre estaciones (Holechek, 1984; Memmott *et al.*, 2011; Bautista-De-Luna *et al.*, 2022). En contraste, durante la temporada húmeda, en las especies de hojas caducas y en herbáceas aumenta la concentración de estos nutrientes, y disminuyen en la temporada seca (Holechek, 1984; Ramírez, 2004). Los arbustos de hoja caduca seleccionados por los ungulados fueron *Cercidium microphyllum*, *Bursera microphylla* y *Fouquieria splendens*. Al respecto, en el área de estudio, en los años de 2018 y 2019, Bautista-De-Luna *et al.* (2022) para especies forrajeras determinaron el contenido de fósforo, la proteína cruda y su aporte nutricional al borrego cimarrón (Anexo A). *Mariosousa heterophylla* (PC = 143.8 g/kg y 138.4 g/kg), *Olneya tesota* (PC = 152.9 g/kg y 155 g/kg) y *Cercidium microphyllum* (PC = 213.8 g/kg y 126.4 g/kg) presentaron contenido relativo mayor de proteína cruda en ambos años, mientras que *Simmondsia chinensis* (PC = 116.9 g/kg y 105.1 g/kg), *Bursera laxiflora* (PC = 126.3 g/kg), *B. microphylla* (PC = 115.9 g/kg y 119.2 g/kg) y *Fouquieria splendens* (PC = 62.8 g/kg y 152.5 g/kg) presentaron valores medios. En el caso del fósforo *B. microphylla* (P = 2.1 g/kg) y *M. heterophylla* (P = 2 g/kg) tuvieron contenido relativo mayor que *C. microphyllum*, *O. tesota*, *S. chinensis*, *B. laxiflora* y *F. splendens*.

Las herbáceas seleccionadas por las cuatro especies de ungulados fueron *Abutilon incanum*, *Hibiscus denudatus*, *Cardiospermum corindum* y *Passiflora quercetorum*. Esta selección pudo deberse al contenido nutricional de estas herbáceas. Al respecto, Bautista-De-Luna *et al.* (2022) reporta, para la UMA Rancho Noche Buena, que *A. incanum* presentó mayor contenido relativo de fósforo (P = 4 g/kg), *C. corindum* (PC = 213.7 g/kg) mayor contenido de proteína, mientras que *H. denudatus* (P = 1.7 g/kg; PC = 139.8 g/kg y 73.8 g/kg) y *P. quercetorum* (P = 1.5 g/kg; PC = 147.8 g/kg) presentaron valores intermedios de cada uno de estos nutrientes. Es importante considerar que la variación de las características químicas de las plantas forrajeras depende de la precipitación estacional y del aumento de la temperatura (Bautista-De-Luna *et al.*, 2022; Blum *et al.*, 2023).

Se ha reportado que las plantas suculentas suelen contener niveles bajos de nutrientes (Bautista-De-Luna *et al.*, 2022). Por ejemplo, en el área de estudio las concentraciones relativas de fósforo y proteína cruda registradas en 2018 y 2019 en cuatro especies de

suculentas seleccionadas por los ungulados fueron las siguientes: *Stenocereus thurberi* (P = 0.2 y 0.4 g/kg; PC = 32.1 y 48.8 g/kg), *Carnegiea gigantea* (P = 0.4 y 0.3 g/kg; PC = 39.4 y 55.4 g/kg), *Cylindropuntia fulgida* (P = 1.2 y 1.7 g/kg; PC = 63.8 y 33.9 g/kg) y *Pachycereus pringlei* (P = 0.4 y 0.8 g/kg; PC = 34.3 y 26.8 g/kg). Estas concentraciones de fósforo y proteína son más bajas que las registradas en herbáceas y leñosas. Aunque el contenido nutricional de las suculentas sea bajo, la importancia de su consumo radica en su aporte de agua, estrategia que la fauna silvestre utiliza ante lluvias escasas (Cain III *et al.*, 2006; Nefzaoui *et al.*, 2014). Para el estado de Sonora, Tarango *et al.* (2002) reportaron el consumo de suculentas por el borrego cimarrón, el cual fue mayor en primavera, decreció en verano, incrementó en otoño y decreció nuevamente en invierno; este patrón de consumo concidió con condiciones de humedad baja en primavera y otoño y mayor en verano e invierno. Por ello, la precipitación y temperatura estacionales están indirectamente relacionadas con la selección del alimento, al influir en las propiedades nutricionales de las plantas, determinar la disponibilidad de alimento o proporcionar agua superficial para los animales (Sprinkle *et al.*, 2015; Gedir *et al.*, 2016; Cain *et al.*, 2017; Selebatso *et al.*, 2018; Dykes *et al.*, 2020; Glass *et al.*, 2022).

Algunas de las especies de plantas no consumidas tuvieron contenidos relativos de fósforo y proteína cruda mayores a algunas especies seleccionadas, como es el caso de *Hibiscus denudatus*, *Ditaxis lanceolata* y *Jatropha cinerea*, lo que pudiera indicar que la no selección se deba a la presencia de metabolitos secundarios, como reportaron Xin *et al.* (2012) para el pika de meseta (*Ochotona curzoniae*), quienes encontraron correlación negativa entre la cantidad de ingesta de plantas y la concentración de fenoles. De la misma forma, Schmitt *et al.* (2020) y Bester *et al.* (2023) documentaron que el elefante africano (*Loxodonta africana*) evadió las especies de plantas que emitían mayor cantidad y diversidad de metabolitos secundarios volátiles, así como concentraciones altas de terpenos.

La importancia de la proteína y los minerales reside en los efectos sobre el crecimiento, mantenimiento, reproducción y estado de salud de los individuos, nutrientes proporcionados por los alimentos (López-Pérez *et al.*, 2012; Cienfuegos-Rivas *et al.*, 2015). Por ejemplo, en el caso del venado cola blanca, el requerimiento protéico de una

hembra preñada es de al menos 180 g de PC/Kg de materia seca (MS) en su alimentación para poder producir leche de buena calidad. En el caso de los machos, el desarrollo óptimo de las hastas requiere del consumo de 150 g de PC/Kg de MS y en términos de sobrevivencia, el venado necesita consumir niveles mayores a 70 g de PC/Kg de MS de lo contrario su desarrollo es lento y su tasa reproductiva baja (Carrillo-Sánchez, 2020).

En corderos de borrego cimarrón una tasa de crecimiento reducida, poca ganancia de peso y desmineralización en huesos son consecuencias del contenido bajo de fósforo en la MS consumida. En las hembras, la deficiencia de fósforo ocasiona retraso o suspensión del estro, tasa de concepción baja, deficiencias en la producción de leche o el cese de la actividad reproductiva (NRC, 2007). En el ámbito cinegético es reconocido que los cérvidos la calidad del trofeo está directamente relacionado con la alimentación, a mayor cantidad y calidad nutricional mejor trofeo, sobre todo en individuos jóvenes cuyas demandas proteínicas para su crecimiento son altas (Brent *et al.*, 2022). Concentraciones bajas de minerales como calcio, magnesio y fósforo pueden retrasar el crecimiento de astas, la caída del terciopelo y disminuir su masa (Smolko *et al.*, 2022; Brent *et al.*, 2022). El potasio es otro mineral que contribuye a reducir la pérdida de calcio a través de la orina al movilizar el calcio del esqueleto afectando el desarrollo de astas (Tajchman *et al.*, 2019) y el cobre aumenta el grosor cortical de las astas en machos adultos (Gambín *et al.*, 2017). Por lo que una alimentación balanceada en las especies cinegéticas es importante para obtener trofeos de calidad y evitar pérdidas económicas.

A pesar de que los resultados de Bautista *et al.*, (2022) fueron de ayuda para tratar de explicar la selección forrajera encontrada en esta investigación, es primordial considerar que las concentraciones de proteína cruda y fósforo no son las únicas cualidades nutricionales presentes en las plantas, con lo que se pudiera explicar la preferencia de plantas por parte de los ungulados. La selección del forraje podría estar asociado no solo a un nutriente sino a un efecto combinado de nutrientes requeridos por los herbívoros. Un ejemplo de esto lo reportan Estevez *et al.* (2010) quienes evaluaron el contenido mineral estacional de las plantas preferidas por *Cervus elaphus hispanicus* encontrando concentraciones bajas de K, Mg, Mn, Na, P, Cu y Zn. De forma similar, Ceacero *et al.*

(2015) relacionaron minerales esenciales (Ca, Mg, K, P, S, Cu, Sr y Zn) en la preferencia dietética de *C. e. hispanicus*, encontrando que prefería plantas con contenidos bajos de Ca, Mg, K, P, S, Cu, Sr y Zn, proponían que las concentraciones altas de algunos minerales en ellas pueden ser tóxicos o interactuar con los compuestos secundarios, aumentando su toxicidad.

Villalba *et al.* (2002), exploraron en corderos cómo la interacción entre los nutrientes y los metabolitos secundarios influyen en la selección forrajera y notaron que las toxinas modificaron la preferencia hacia ciertos alimentos. Los terpenoides, nitrato y cloruro de litio redujeron el consumo de alimentos ricos en energía, los glucósidos cianogénicos redujeron el consumo de alimentos ricos en proteína, los taninos en dosis bajas aumentaron la ingesta de alimentos ricos en energía y en dosis altas redujeron el consumo de alimentos ricos en proteína. Por ello, la preferencia o no de las especies botánicas no sólo dependen de la presencia de ciertos metabolitos secundarios sino de la calidad y cantidad de los nutrientes contenidos en ellas.

Respecto a metabolitos secundarios, Villalba *et al.* (2017) reportaron que éstos pueden beneficiar a los herbívoros pues en ellos se han observado propiedades antifúngicas, antibacterianas, antiparasitarias, antiamebianas, antiinflamatorias, antioxidantes y antitumorales en varios grupos biológicos (Huffman y Seifu, 1989; Ohigashi *et al.*, 1994; Bernays y Singer, 2005; Catoni *et al.*, 2008; Singer *et al.*, 2009; Lefèvre *et al.*, 2010; Villalba *et al.*, 2010; Juhnke *et al.*, 2012; Amit *et al.*, 2013; Copani *et al.*, 2013; Beaulieu *et al.*, 2014). La interpretación de estos resultados podría significar que los animales autoseleccionan plantas que contienen metabolitos secundarios para obtener algún beneficio. Otro aspecto importante que se relaciona con la selección del forraje por herbívoros es su contenido de fibra. El consumo de plantas con contenidos apropiados de fibra estimula la rumia y con ello la secreción salivar, regulando la acidez del rumen y los procesos de fermentación evitando problemas en los procesos metabólicos y manteniendo en buen estado el rumen (Van Soest *et al.*, 1991; Weiss, 1993). De igual forma, la fibra con ayuda de la microbiota ruminal facilita el incremento en el tiempo de fermentación del alimento en el rumen, mejorando la digestibilidad de forraje de poca calidad (Krausman *et al.*, 1989; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2018).

Asimismo, la presencia de depredadores modifica el comportamiento de las presas involucrando costos fisiológicos importantes, e impactando la búsqueda de alimento y su aptitud física. Ante esta presencia, las presas restringen el forrajeo a las zonas más seguras, forman grupos más grandes y asignan menos tiempo a la obtención de alimento para evitar o minimizar ataques por depredadores (McArthur *et al.*, 2012). Ejemplo de cambios en el comportamiento por temor a ser depredados se ha observado en el gálago de cola ancha (*Otolemur crassicaudatus*) en cautiverio, el cual, ante un riesgo de depredación asigna un tiempo mayor a vigilar, reduce la búsqueda de alimento y demora ligeramente la alimentación; sin embargo, al reconocer un valor nutritivo alto del alimento, el gálago asignó más tiempo consumiendo alimento dentro de la zona de riesgo, lo que puede significar que el miedo a ser depredado disminuye con el tiempo, a menos que éste sea reforzado por un riesgo real. La zarigüeya cola de cepillo en cautiverio (*Trichosurus vulpécula*) toma el riesgo de alimentarse en zonas con posibilidad de depredación bajo un contexto de nulas alternativas de fuentes de comida, lo cual enfatiza la importancia de la disponibilidad de opciones de recursos alimenticios para compensar la evasión a la depredación (Nersesian *et al.*, 2011). En peces, Catano *et al.* (2014) analizaron las decisiones alimenticias en relación al riesgo de depredación en dos especies de peces de arrecifes (*Sparisoma aurofrenatum* y *Acanthurus coeruleus*) y observaron que la diversidad de la dieta de *S. aurofrenatum* aumentó con la biomasa de depredadores, no así para *A. coeruleus*, la cual lo hizo ante un escenario de mayor abundancia de especies competidoras correlacionadas positivamente con la presencia de depredadores, lo cual puede significar que los depredadores tienen influencia directa e indirecta en la búsqueda y selección del alimento por las presas. Asimismo, los alces (*Alces alces*) se alimentan de forraje de calidad menor en las zonas boscosas para protegerse de los lobos (Hernandez y Laundré, 2005; Creel *et al.*, 2009). En la zona de estudio hay presencia de puma (*Puma concolor*) y coyote (*Canis latrans*), depredadores que los encargados de la UMA consideran pueden afectar el comportamiento y el estado poblacional de los ungulados, sobre todo del venado bura y el borrego cimarrón, además reportan que hay presencia de cazadores furtivos. Desafortunadamente, no existen estudios relacionados con el estado poblacional de los depredadores y su efecto sobre los ungulados en la UMA Rancho Noche Buena.

Esta investigación consistió en llevar a cabo muestreos de vegetación para obtener la disponibilidad de plantas presentes en la dieta de cuatro especies de ungulados en una UMA situada en la zona desértica de Sonora, México. Esta disponibilidad se relacionó con las especies botánicas reportadas en la dieta de los ungulados mediante un análisis de chi-cuadrada, el cálculo de los intervalos de Bonferroni y el índice de selectividad de Ivlev. Los resultados permitieron comprobar si la disponibilidad de la vegetación explica los patrones selectivos de alimentación que presentan los ungulados, especies de importancia cinegética, pecuaria y de conservación de biodiversidad en la UMA. Si bien se generó información de utilidad en la ecología forrajera de ungulados y para el manejo de las especies de animales con aprovechamiento cinegético y su hábitat, las limitaciones del presente estudio fueron: 1) Utilizar la información sobre composición botánica de la dieta de un año diferente al que se cuantificó la disponibilidad forrajera, 2) Asociar a la selectividad sólo algunas características nutricionales (proteína cruda y fósforo) de la vegetación en la zona de estudio y 3) No considerar la variación de precipitación en los análisis de selección. Estos tres aspectos se vieron obstaculizados por falta de tiempo para realizar una investigación a largo plazo, por falta de recursos económicos, de materiales y de personal técnico.

Aunque la información recabada será de utilidad para el propietario de la UMA Rancho Noche Buena en cuanto a la selección forrajera por los hervíboros que coexisten en el rancho, para entender de mejor manera el por qué una especie selecciona un alimento determinado, las investigaciones futuras deberán contemplar el determinar la composición botánica de la dieta y cuantificar la disponibilidad forrajera y calidad nutricional (proteína, fibra, lignina, aceites esenciales, vitaminas, minerales, compuestos secundarios, etc.). Cabe señalar que la precipitación en el área de estudio es muy variable y, específicamente, en las zonas desérticas y semi-desérticas afecta la composición botánica, la disponibilidad y características nutricionales de las plantas forrajeras así como la composición botánica de la dieta en los hervíboros (Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2018). Un reto importante es entender como las variables demográficas de la población, los depredadores, de la composición florística, del contenido de minerales, de metabolitos secundarios, la precipitación y temperatura, interaccionan para explicar mejor el uso del forraje por los hervíboros en el área de estudio.

El entendimiento de los patrones alimenticios en ungulados simpátricos se vuelve importante en temas de conservación y manejo de la fauna silvestre, la vegetación nativa y la producción de bienes económicos basados en la biodiversidad de sistemas áridos y semi-áridos. Identificar las especies botánicas que sufren presión de selección y que son importantes para la dieta de los ungulados, nos pueden dar indicios para proponer acciones como el diseño de proyectos de reforestación productiva para propagar, multiplicar y reintroducir especies botánicas con mayor riesgo de sobrepastoreo, de esa forma evitar la pérdida y erosión genética de especies nativas en el Desierto Sonorense; también, establecer parcelas con intervalos de descanso para la recuperación de las especies botánicas relevantes, con la finalidad de aumentar la disponibilidad de alimento y colocar fuentes compensatorias nutrimentales en épocas de estiaje, minimizando el castigo a la calidad de los trofeos. Además, esbozar estrategias de manejo, como el uso racional de las tierras destinadas al forrajeo de las especies de ungulados silvestres y del ganado bovino y, por último, monitorear la presencia de depredadores o amenazas de cacería furtiva que pudieran estar modificando el comportamiento alimenticio de los ungulados.

VI. CONCLUSIONES

No todas las especies forrajeras del Rancho Noche Buena fueron utilizadas de acuerdo con su disponibilidad, por *Odocoileus virginianus*, *Odocoileus hemionus*, *Ovis canadensis mexicana* y *Bos taurus*. El consumo de especies vegetales según su disponibilidad fue bajo, por lo que los ungulados en la UMA tienen dieta selectiva, siendo el ganado bovino el más selectivo al presentar el porcentaje más alto de especies botánicas clasificadas en ignoradas o seleccionadas.

De las especies analizadas *O. virginianus* seleccionó el 20% de acuerdo a los intervalos de Bonferroni (*Cercidium microphyllum*, *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis* y *Stenocereus thurberi*) y el 33.4% de acuerdo al índice de Ivlev (*Cercidium microphyllum*, *Mariosousa heterophylla*, *Simmondsia chinensis* y *Passiflora quercetorum*). *O. hemionus* seleccionó el 27.8 % de las especies analizadas y clasificadas con los intervalos de Bonferroni (*Bursera microphylla*, *Cardiospermum corindum*, *Carnegiea gigantea*, *Olneya tesota* y *Simmondsia chinensis*) y al 70% según el índice de Ivlev (*Bursera laxiflora*, *Bursera microphylla*, *Cardiospermum corindum*, *Carnegiea gigantea*, *Olneya tesota*, *Simmondsia chinensis* y *Stenocereus thurberi*). Por su parte, *O. c. mexicana* seleccionó al 24% de las especies clasificadas por los intervalos de Bonferroni (*Carnegiea giganteae*, *Fouquieria splendens*, *Mariosousa heterophylla*, *Olneya tesota* y *Pachycereus pringlei*) y al 38.5% de acuerdo al índice de Ivlev (*Bursera laxiflora*, *Carnegiea giganteae*, *Mariosousa heterophylla*, *Olneya tesota* y *Simmondsia chinensis*). Finalmente, *B. taurus* seleccionó al 31.6% de acuerdo a los intervalos de Bonferroni (*Abutilon incanum*, *Carnegiea gigantea*, *Cylindropuntia fulgida*, *Hibiscus denudatus*, *Olneya tesota* y *Simmondsia chinensis*) y al 71.4% de acuerdo al índice de Ivlev (*Carnegiea gigantea*, *Cylindropuntia fulgida*, *Olneya tesota*, *Simmondsia chinensis* y *Stenocereus thurberi*). Aunque no se midió el traslape de especies botánicas seleccionadas por los ungulados, es importante notar que *S. chinensis* fue seleccionada por las cuatro especies y que *O. tesota*, *S. thurberi* y *C. gigantea* fueron seleccionados por tres especies, lo que podría ser tomado por los técnicos de la UMA como un indicio de una presión de consumo considerable hacia estos recursos, requiriendo un manejo puntual de su hábitat para evitar su sobre utilización y pérdida.

En cuanto a las familias de mayor consumo por los ungulados se encuentra Fabaceae (24.3%), seguida de Cactaceae (18.3%) y por último Simmondsiaceae (18.5%). Las formas de vida con mayor presencia en la dieta de los ungulados fueron la arbustiva (34.6%) y la arborescente (25.3%). El venado cola blanca, el venado bura y el borrego cimarrón consumieron en mayor porcentaje la familia Fabaceae (28.8% y 19.7% y 24.8%, respectivamente) y la forma de vida dominante fue la arbustiva (43.9% y 43.2% y 32.7%, respectivamente). Mientras que el ganado bovino consumió mayormente a la familia Cactaceae (40.2%) y a las especies suculentas (40.2%).

VII. RECOMENDACIONES

En el manejo de especies de ungulados es importante realizar estudios de dieta y disponibilidad de vegetación en la temporada seca y en la lluviosa, para tener una visión más amplia en el comportamiento alimenticio de los ungulados locales a través del año, permitiendo así una toma de decisiones oportuna por parte de los encargados de las UMA's con respecto al recurso forrajero.

Aunque la información nutrimental reportada por Bautista-De-Luna *et al.* (2022) sirvió para discutir sobre su relación con la selección forrajera observada en el presente trabajo, la literatura muestra que el comportamiento de selección por parte de los animales es más complejo y no se acota a un par de cualidades nutricionales de la plantas, sino a la suma de factores ambientales, interacciones ecológicas como la competencia, depredación y la diversidad de elementos y metabolitos secundarios inherentes a las especies vegetales, por lo que es importante trazar una línea de investigación que aborde estudios con el análisis de múltiples variables poblacionales de los ungulados que habitan las zonas áridas y semi-áridas del estado de Sonora.

Comprender los patrones de selección forrajera de los ungulados es esencial para el manejo y conservación de las poblaciones su hábitat. Dentro de las actividades de gestión de ecosistemas, los técnicos encargados de las UMA's pueden usar esta información para aumentar la disponibilidad nutricional en el paisaje y considerar sitios idóneos para la translocación exitosa de individuos. En zonas donde coexisten ungulados silvestres y domésticos, es importante identificar los patrones alimenticios para evitar la disminución o pérdida de la vegetación endémica, comprometiendo el recurso alimenticio y consecuentemente, el estado nutricional de los ungulados, la producción pecuaria de ganado bovino, la cantidad y calidad de los trofeos, y favoreciendo la migración de los grupos de ungulados fuera de los límites geográficos de las UMA's en busca de alimento. Con la información generada en este trabajo y el modelo de manejo y conservación de flora endémica expuesto en los anexos, se identifica a las especies vegetales de importancia para los ungulados en la UMA Rancho Noche Buena utilizando diversas

acciones metodológicas que pueden ser de utilidad para los técnicos y encargados de otras UMA's de México.

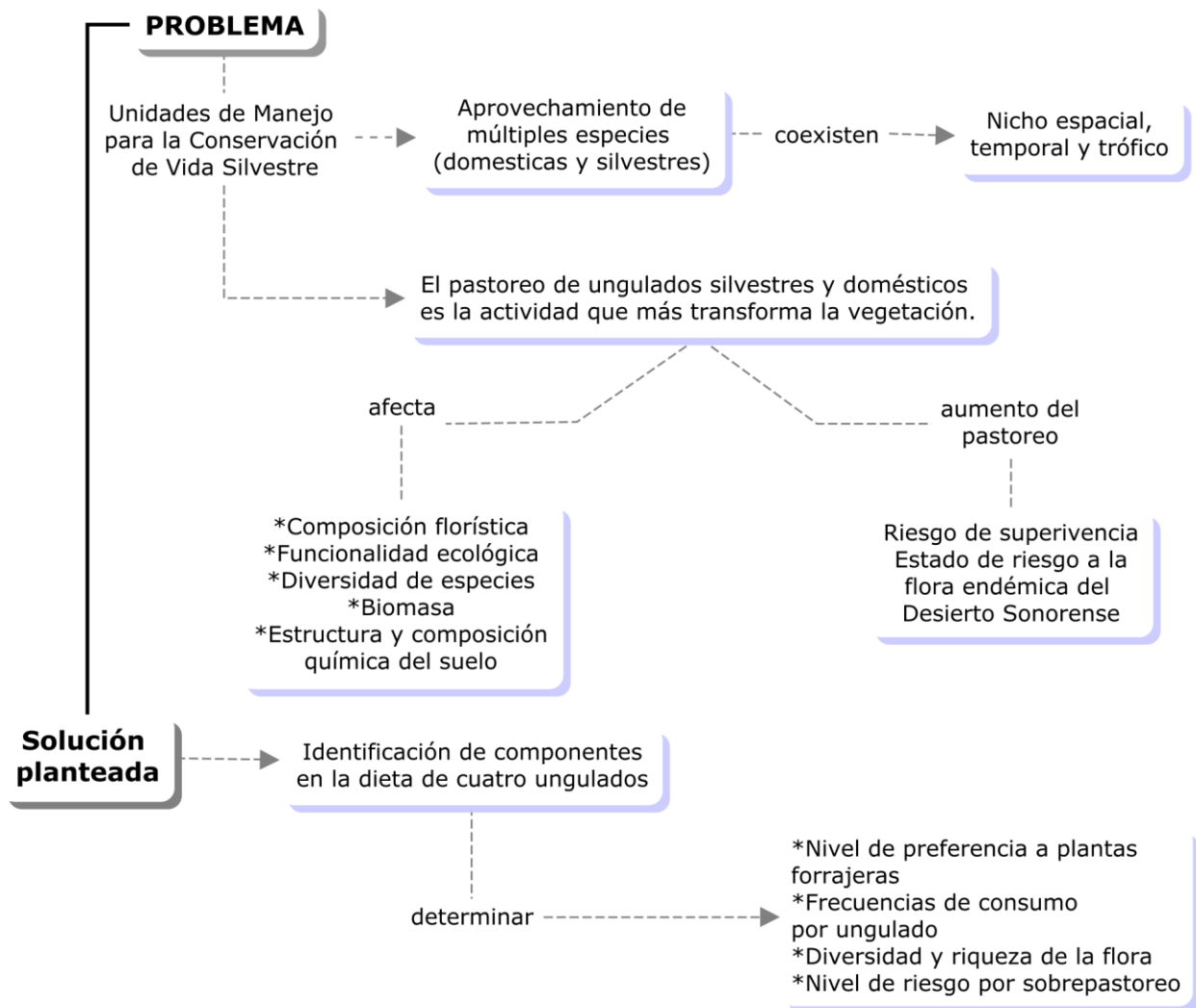
ANEXOS

Anexo A. Cuadro modificado de los resultados presentados por Bautista-De-Luna *et al.* (2022) sobre el contenido de fósforo (P), proteína cruda (PC) y su aporte a la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) de las especies forrajeras presentes en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora, México.

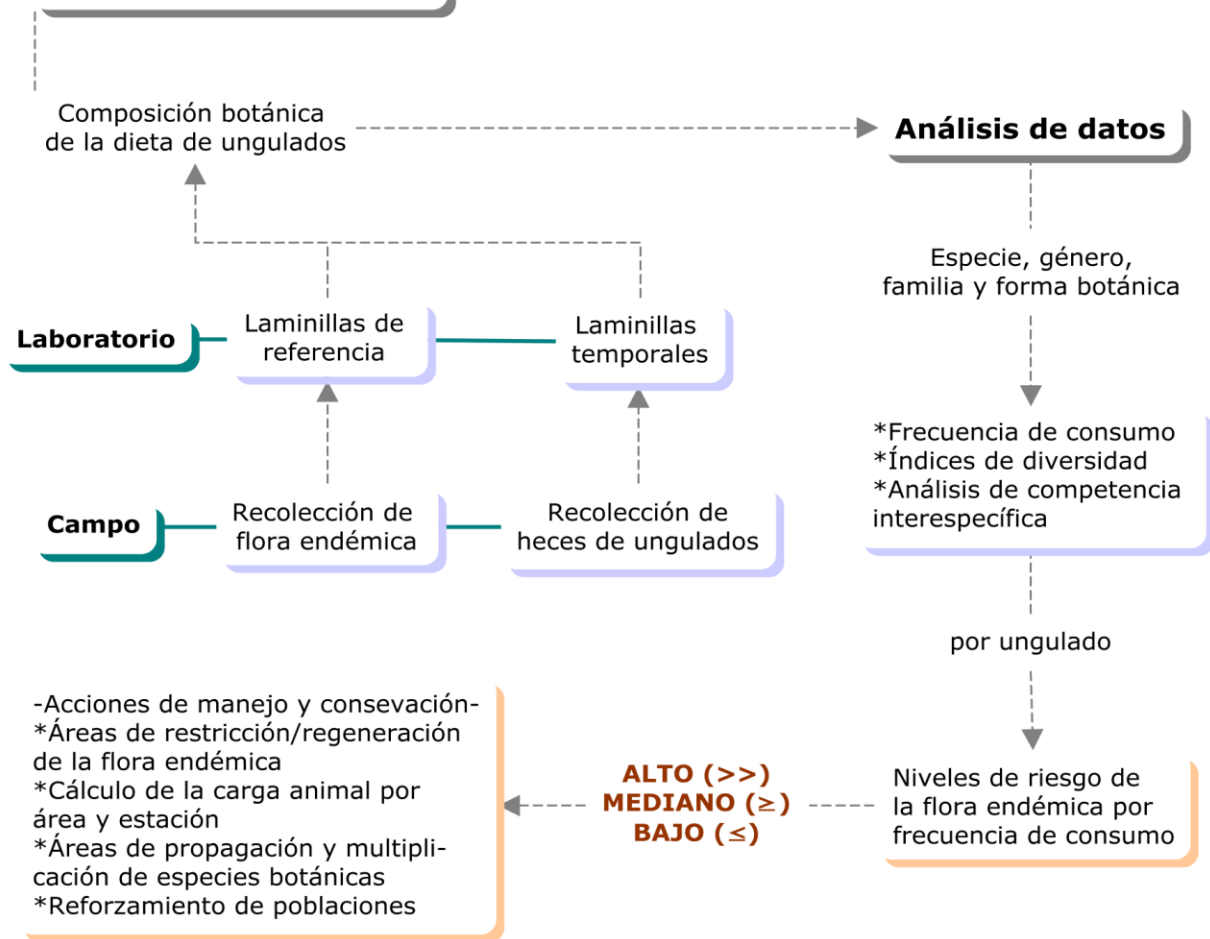
Especie	Forma	Contenido P (g/kg)		Contenido PC (g/kg)		Aporte P (g/kg)	Aporte PC (g/kg)	
		2018	2019	2018	2019	2018	2018	2019
Especies seleccionadas								
Mariosousa heterophylla	A	NA	2	143.8	138.4	0.319	23.2	22.3
Simmondsia chinensis	Ar	NA	1	116.9	105.1	0.092	10.7	9.6
Bursera microphylla	A	NA	2.1	115.9	119.2	0.035	2	2.1
Cercidium microphyllum	A	NA	1.2	213.8	126.4	0.017	3	1.8
Olneya tesota	A	NA	1.1	152.9	155	0.013	1.7	1.7
Bursera laxiflora	A	1.1	NA	126.3	NA	0.012	1.4	NA
Fouquieria splendens	Ar	NA	1.2	62.8	152.5	0.017	0.9	2.2
Abutilon incanum	H	NA	4	136.6	108.5	0.034	1.2	0.9
Passiflora quercetorum	H	1.5	NA	148.7	NA	0.03	3	NA
Cardiospermum corindum	H	NA	1.6	213.7	110.4	0.018	2.4	1.2
Melochia tomentosa	H	NA	2	161.7	61	0.006	0.5	0.2
Carnegiea gigantea	S	0.4	0.3	39.4	55.4	0.005	0.6	0.8
Cylindropuntia fulgida	S	1.2	1.7	63.8	33.9	0.02	0.9	0.5
Pachycereus pringlei	S	0.4	0.8	34.3	26.8	0.01	0.6	0.5
Stenocereus thurberi	S	0.2	0.4	32.1	48.8	0.002	0.2	0.3
Hibiscus denudatus	H	NA	1.7	139.8	73.8	0.193	15.6	8.2
Especies no seleccionadas								
Jatropha cinerea	Ar	NA	1.9	152.3	138	0.044	3.5	3.2
Jatropha cuneata	Ar	NA	1.9	190.2	107.6	0.011	1.1	0.6
Colubrina viridis	Ar	NA	1.7	273.8	155.9	0.005	0.8	0.4
Cordia parvifolia	Ar	1.6	NA	155.8	NA	0.004	0.4	NA
Hibiscus denudatus	H	NA	1.7	139.8	73.8	0.193	15.6	8.2
Ditaxis lanceolata	H	NA	0.9	149.8	83.5	0.037	6.3	3.5
Ambrosia dumosa	H	NA	1.7	142.9	91.7	0.005	0.4	0.3
Tidestromia lanuginosa	H	NA	0.9	224.1	37.9	0.002	0.6	0.1

A = arbórea, Ar = arbustiva, H = herbácea y S = suculenta; NA = no aplica

Anexo B. Mapa conceptual sobre el contenido del artículo “Modelo de manejo y conservación de flora endémica relacionada con dieta de ungulados silvestres” realizado en la UMA Rancho Noche Buena y publicado en la revista Agro Divulgación año 2, volumen 2, número 4, julio-agosto, 2022.



Acciones metodológicas



Anexo C. Ejemplos de los análisis de datos de dieta de los ungulados que se distribuyen en la UMA propuestos en el modelo, que permiten determinar el nivel de riesgo, por pastoreo, de la flora endémica de la región.

Con la frecuencia de consumo se pueden realizar análisis gráficos (Figuras C1, C2 y C3) de las especies, géneros, familia y forma botánica presentes en la dieta de los ungulados para determinar la presión del sobrepastoreo.

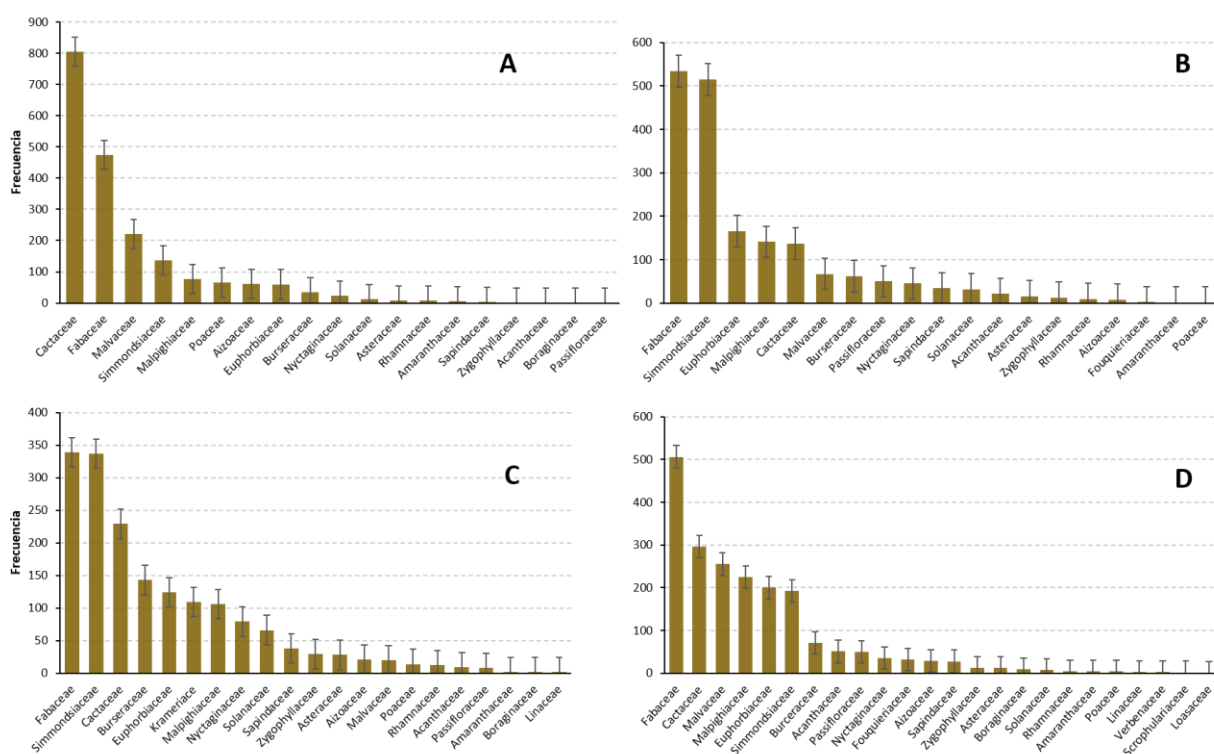


Figura C1. Frecuencia absoluta de consumo por familia botánica en la dieta de cuatro ungulados: A: Ganado bovino, B: Venado cola blanca; C: Venado bura; D: Borrego cimarrón.

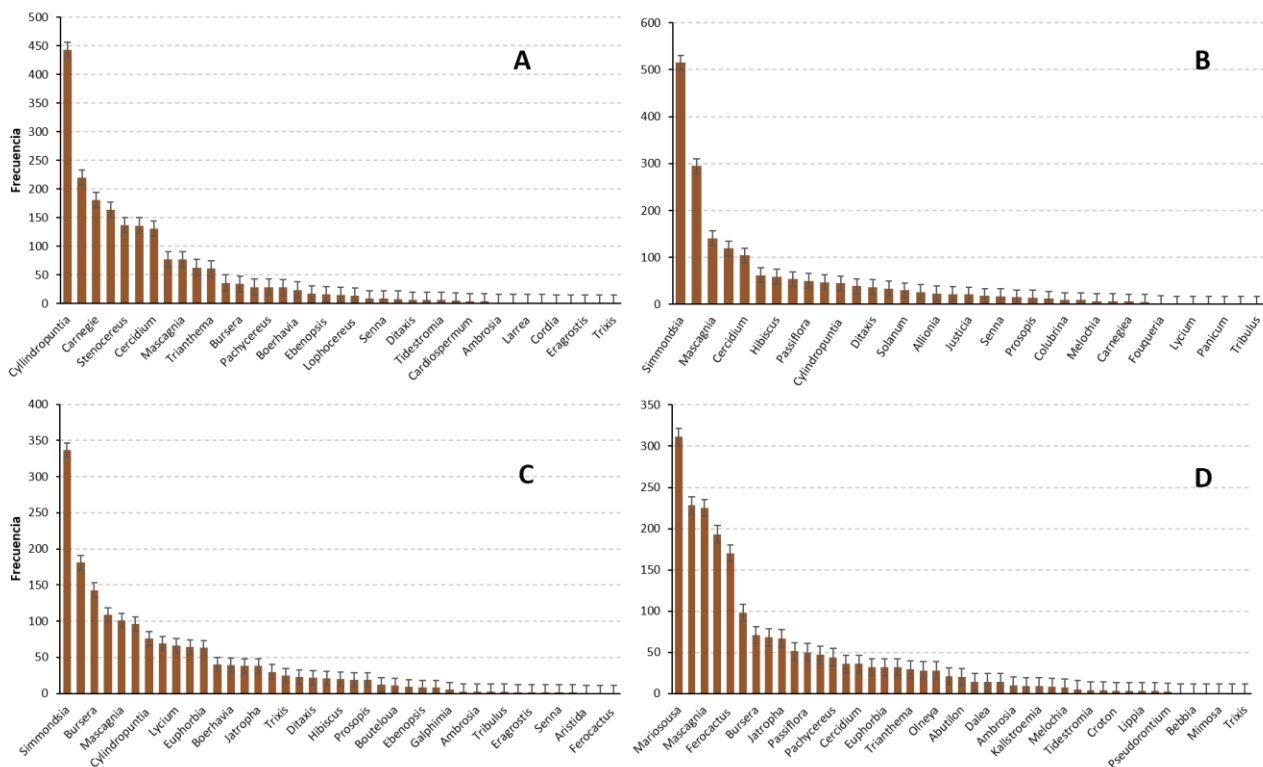


Figura C2. Frecuencia absoluta de consumo por género botánico en la dieta de cuatro ungulados: A: Ganado bovino, B: Venado cola blanca; C: Venado bura; D: Borrego cimarrón.

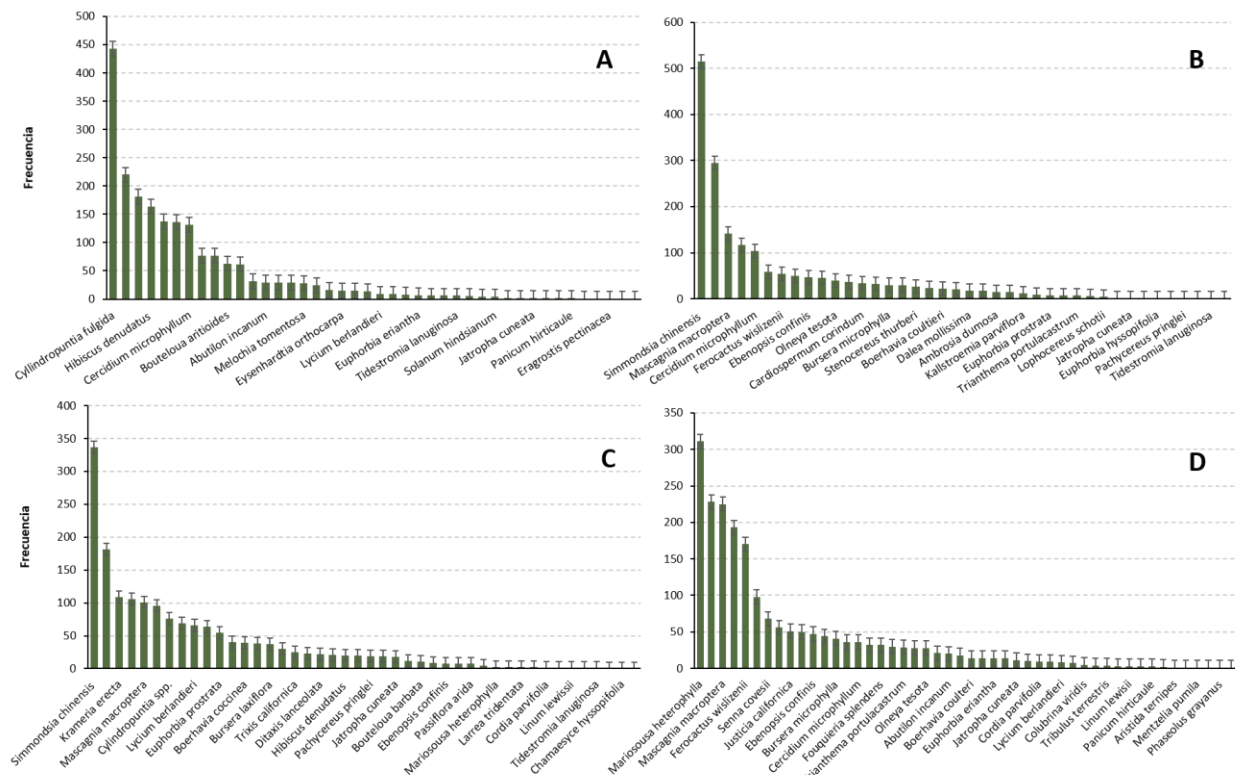


Figura C3. Frecuencia absoluta de consumo por especie botánica en la dieta de cuatro ungulados: A: Ganado bovino, B: Venado cola blanca; C: Venado bura; D: Borrego cimarrón.

Conociendo las frecuencias de consumo en la dieta, el nivel de riesgo, expresado como índice aritmético, se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Riesgo = \frac{(\sum \text{frecuencia de consumo por ungulado}) (\text{no. de ungulados que la prefieren})}{\text{media de consumo}}$$

Ejemplo

Familia Fabaceae: $(480 + 520 + 340 + 500) \times (4) \div 560 = 16.0 =$ riesgo medio alto

Familia Cactaceae: $(800 + 140 + 220) \times (3) \div 386 = 9.01 =$ riesgo medio bajo

El cálculo se realiza para especie, género, familia y forma botánica, el Cuadro C1 muestra los niveles de riesgo asociados a los resultados de la ecuación.

Cuadro C1. Niveles de riesgo de especies de plantas, asociados a la fragilidad, por presión de selección por ungulados

Nivel de riesgo	Alto	Medio alto	Medio bajo	Bajo
Valor	≥21	11-20	6-10	1-5

Índices como el de Simpson y Shannon son auxiliares para medir la diversidad de la dieta de ungulados de acuerdo a la especie, género, familia y forma botánica. Con el índice de Simpson se puede conocer la relación entre el grado de diversidad y el valor del índice. En el Cuadro C3 se muestra un ejemplo de semáforo de riesgo para las categorías con mayor frecuencia de consumo, basado en el análisis de frecuencia y los índices de diversidad.

Con ayuda de herramientas, como el programa WinClada, se puede conocer la similitud de frecuencias de consumo relacionada con la especie de ungulado y las variables botánicas (Figura C4). En el Cuadro C2 se muestra la relación directa del ungulado con la preferencia de consumo y como conlleva a una presión de selección y esta con base en el análisis parsimonioso.

Cuadro C3. Semáforo de riesgo de las plantas consumidas por los ungulados basado en los índices de diversidad y la frecuencia de consumo

Indicador				Riesgo para la especie botánica			Fragilidad relacionada al riesgo				Semáforo (color)	
	Familia	Género	Especie	Forma botánica	Alto	Medio	Bajo	Familia	Género	Especie	Forma botánica	
Bos taurus												
Frecuencia consumo	Cactaceae (40%)	Cylindropuntia (22%)	Cylindropuntia fulgida (22%)	Suculenta (43%)			*	Sobrepastoreo	Sobrepastoreo	Sobrepastoreo	Sobrepastoreo	Rojo
índice Shannon	1.83	2.75	2.76	1.34		*		Diversidad baja	Diversidad media	Diversidad media	Diversidad baja	Naranja
índice Simpson	0.76	0.90	0.90	0.69		*		Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad media	Amarillo
Odocoileus virginianus												
Frecuencia consumo	Fabaceae (29%)	Simmondsia (28%)	Simmondsia chinensis (28%)	Arbusto (52%)	*			Muy alto	Sobrepastoreo	Sobrepastoreo	Sobrepastoreo	Rojo
índice Shannon	2.07	2.67	2.70	1.03		*		Diversidad media	Diversidad media	Diversidad media	Diversidad baja	Naranja
índice Simpson	0.81	0.87	0.87	0.57		*		Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad media	Amarillo
Odocoileus hemionus												
Frecuencia consumo	Fabaceae (20%)	Simmondsia (20%)	Simmondsia chinensis (20%)	Arbusto (45%)	*			Alto	Muy alto	Muy alto	Sobrepastoreo	Naranja
índice Shannon	2.40	2.95	3.03	1.30		*		Diversidad media	Diversidad media	Diversidad alta	Diversidad baja	Naranja
índice Simpson	0.88	0.92	0.92	0.69		*		Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad media	Amarillo
Ovis canadensis												
Frecuencia consumo	Fabaceae (25%)	Acacia (15%)	Acacia willardiana (15%)	Arbusto (54%)			*	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Sobrepastoreo	Rojo
índice Shannon	2.31	2.98	3.03	1.14		*		Diversidad media	Diversidad media	Diversidad alta	Diversidad baja	Naranja
índice Simpson	0.86	0.92	0.92	0.62		*		Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad baja	Diversidad media	Amarillo

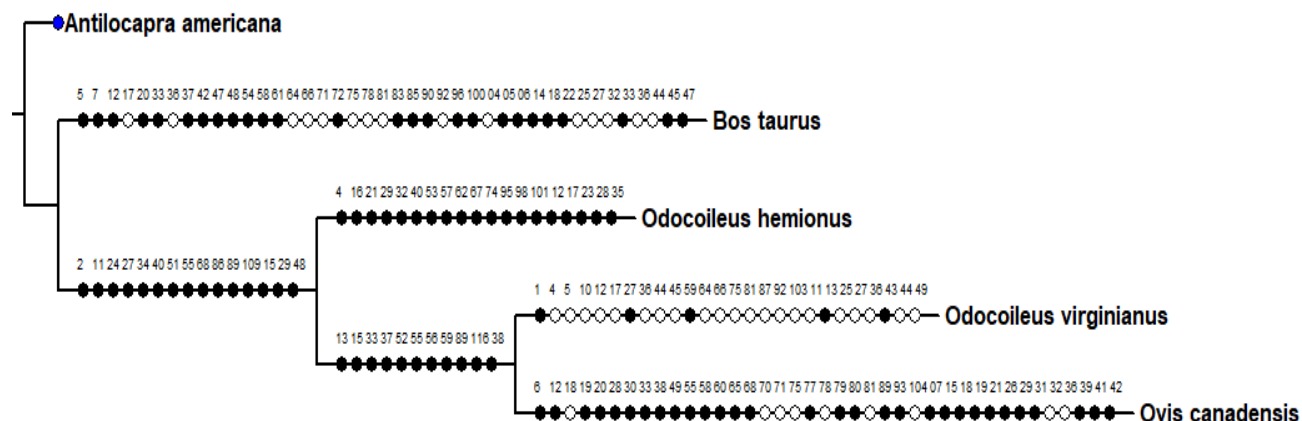


Figura C4. Diagrama de parsimonia basado en la preferencia de consumo de cuatro ungulados con un taxón externo y especies forrajeras consumidas (forma, familia, género y especie botánica). Los valores superiores de cada brazo son las variables principales y los inferiores representan su estado para determinar el nivel de fragilidad asociado por el consumo, con una $L=323$, un índice de consistencia de $CI=79$ y un índice de retención de $RI=30$.

Cuadro C2. Relación de variables relevantes en el análisis parsimonioso. La diagonal separa la variable de su estado codificado con cada unglado.

Taxón	Forma botánica	Familia botánica	Género botánico	Especie botánica
<i>Odocoileus virginianus</i>	3:Gramínea/1	10:Boraginaceae/0	36: <i>Aristida</i> /0	92: <i>Aristida ternipes</i> /0
	4: Hierba/1	12:Cactaceae/2	44: <i>Colubrina</i> /0	103: <i>Cordia parvifolia</i> /0
	5:Suculenta/0	17:Linaceae/0	45: <i>Cordia</i> /0	111: <i>Euphorbia eriantha</i> /0
		27:Simmondsiaceae/5	59: <i>Jatropha</i> /3	113: <i>Euphorbia hyssopifolia</i> /1
			64: <i>Linum</i> /0	125: <i>Linum lewisii</i> /0
			66: <i>Lophocereus</i> /1	127: <i>Lophocereus schottii</i> /1
			75: <i>Panicum</i> /1	136: <i>Cercidium microphyllum</i> /3
			81: <i>Simmondsia</i> /6	143: <i>Simmondsia chinensis</i> /6
			87: <i>Trixis</i> /0	144: <i>Solanum hindsianum</i> /1
<i>Ovis canadensis mexicana</i>	NA	6:Acanthaceae/2	33: <i>Mariosousa</i> /5	89: <i>Mariosousa heterophylla</i> /5
		12:Cactaceae/4	38: <i>Bebbia</i> /1	93: <i>Bebbia juncea</i> /1
		18:Loasaceae/1	49: <i>Ditaxis</i> /2	104: <i>Croton sonorae</i> /1
		19:Malpighiaceae/3	55: <i>Ferocactus</i> /4	107: <i>Ditaxis lanceolata</i> /2
		20:Malvaceae/4	58: <i>Hibiscus</i>	115: <i>Ferocactus wislizenii</i> /3
		28:Scrophulariaceae/1	<i>denudatus</i> /4	118: <i>Hibiscus</i>
		30:Verbenaceae/1	60: <i>Justicia</i> /2	<i>denudatusdenudatus</i> /4
			65: <i>Lippia</i> /1	119: <i>Jatropha cinérea</i> /2
			68: <i>Mascagnia</i> /4	121: <i>Justicia californica</i> /2
			70: <i>Mentzelia</i> /1	126: <i>Lippia palmeri</i> /1
			71: <i>Mimosa</i> /1	129: <i>Mascagnia macróptera</i> /4
			75: <i>Cercidium</i> /1	131: <i>Mentzelia pumila</i> /1
			77: <i>Phaseolus</i> /1	132: <i>Mimosa laxiflora</i> /1
			78: <i>Prosopis</i> /0	136: <i>Cercidium microphyllum</i> /1
			79: <i>Pseudorontium</i> /1	139: <i>Phaseolus grayanus</i> /1
			80: <i>Senna</i> /2	141: <i>Pseudorontium</i>
			81: <i>Simmondsia</i> /3	<i>cyathiferum</i> /1
				142: <i>Senna covesii</i> /2

<i>Odocoileus hemionus</i>	4: Hierba/3	16: Krameriaceae/2 21: Nyctaginaceae/2 29: Solanaceae/2	32: Abutilon/0 40: Bursera/3 53: Euphorbia/2 57: Galphimia/1 62: Krameria /3 67: Lycium/2 74: Panicum/0	95: Bouteloua barbata/1 98: Bursera microphylla/3 101: Chamaesyce hyssopifolia/1 112: Euphorbia prostrata/2 117: Galphimia angustifolia/1 123: Krameria erecta/3 128: Lycium berlandieri/2 135: Panicum hirticaule/0
<i>Bos taurus</i>	5: Suculenta/6	7: Aizoaceae/2 12: Cactaceae/6 17: Linaceae/0 20: Malvaceae/3	33: Mariosousa /0 36: Aristida/0 37: Bouteloua/2 42: Carnegiea/3 47: Cyllindropuntia /6 48: Dalea/2 54: Eysenhardtia/1 58: Hibiscus/3 61: Kallstroemia/0 64: Linum/0 66: Lophocereus/1 71: Mimosa/1 72: Olneya/4 75: Cercidium /3 78: Prosopis/0 81: Simmondsia /3 83: Stenocereus/3; 85: Trianthema/2	90: Allionia incarnata/0 92: Aristida ternipes/0 96: Bouteloua aristoides/2 100: Carnegiea gigantea/3 104: Croton sonora/1 105: Cyllindropuntia sp./6 106: Dalea mollissima/2 114: Eysenhardtia orthocarpa /1 118: Hibiscus denudatusdenudatus /3 122: Kallstroemia parviflora/0 125: Linum lewisii/0 127: Lophocereus schottii/1 132: Mimosa laxiflora/1 133: Olneya tesota/4 136: Cercidium microphyllum /3 144: Solanum hindsianum/1 145: Stenocereus thurberi/3 147: Trianthema portulacastrum/2

El modelo está al servicio de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) del estado de Sonora, México, así como para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Cuadro C4, muestra el mecanismo de supervisión y seguimiento para la operación de las directrices de este modelo de conservación de flora endémica relacionada con los ungulados silvestres.

Cuadro C4. Impactos e indicadores de innovación del modelo de conservación de flora endémica relacionada con ungulados silvestres

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto Social		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Impacto			
Incremental	Busca mejorar los sistemas que ya existen haciéndolos mejores, más rápidos, más baratos, etc.	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes Zonas turísticas	Primario: Agricultura, Ganadería, Pesca, Explotación forestal, Minería	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio Capacitación	Número de tesis Número de egresados (Lic. M.C., D.C.) Número de publicaciones Número de familias beneficiadas Transferencias tecnológicas Desarrollo de productos y servicios para la sociedad Exportación incremento (%) Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro		Cuaternario: Servicios basados en el conocimiento				
Modelo de negocio	Creación o reinversión de un negocio		Desarrollo e Innovación (I+D+i)				
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						

VIII. LITERATURA CITADA

- Alcala-Galvan, C. H., & Krausman, P. R. (2012). Diets of desert mule deer in altered habitats in the lower Sonoran Desert. *California Fish and Game*, 98(2), 81-103.
- Amit, M., Cohen, I., Marcovics, A., Muklada, H., Glasser, T. A., Ungar, E. D., & Landau, S. Y. (2013). Self-medication with tannin-rich browse in goats infected with gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 198(3-4), 305-311.
- Arnold, L. A., & Drawe, D. L. (1979). Seasonal food habits of white-tailed deer in the south Texas plains. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 32(3), 175-178.
- Avendaño Carmona, E., & Hernández Ramírez, A. (2018). Cacería deportiva: ¿Cultura, desarrollo o conservación? *Cuadernos de Biodiversidad*, 54, 1-8.
- Bautista-De-Luna, M. S., Tarango-Arámbula, L. A., Mendoza-Martínez, G., Oropeza, G. O., Martínez-Montoya, J. F., Ugalde-Lezama, S., & Lánderos-Sánchez, C. (2022). Requerimientos y balance nutricional de fósforo y proteína cruda en plantas preferidas por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 21(1), 3-12.
- Beaulieu, M., Haas, A., & Schaefer, H. M. (2014). Self-supplementation and effects of dietary antioxidants during acute thermal stress. *Journal of Experimental Biology*, 217(3), 370-375.
- Bernays, E. A., & Singer, M. S. (2005). Insect defences: taste alteration and endoparasites. *Nature*, 436, 476.
- Bester, T., Schmitt, M. H., & Shrader, A. M. (2023). The deterrent effects of individual monoterpene odours on the dietary decisions of African elephants. *Animal Cognition*, 26, 1049-1063.
- Blum, M. E., Stewart, K. M., Cox, M., Shoemaker, K. T., Bennett, J. R., Sullivan, B. W., . . . Bleich, V. (2023). Variation in diet of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis*

- nelsoni*): Tradeoffs associated with parturition. *Frontier in Ecology and Evolution*, 10, 1-14.
- Boeker, E. L., Scott, V. E., Reynolds, H. G., & Donaldson, B. A. (1972). Seasonal food habits of mule deer in Southwestern New Mexico. *The Journal of Wildlife Management*, 36(1), 56-63.
- Bravo Peña, L. C., Doode Matsumoto, O. S., Castellanos Villegas, A. E., & Espejel Carbajal, I. (2010). Políticas rurales y pérdida de cobertura vegetal: Elementos para reformular instrumentos de fomento agropecuario relacionados con la apertura de praderas ganaderas en el noroeste de México. *Región y Sociedad*, 22(48), 3-35.
- Brent, V., Pierce II, B., & Flinn, E. (s. f.). (2022). Nutritional Requirements of White-tailed Deer in Missouri (g9487; Deer Conservation Guide, p. 6). University of Missouri Extensión. <https://extension.missouri.edu/publications/g9487>
- Briones, O., Búrquez, A., Martínez-Yrizar, A., Pavón, N., & Perroni, Y. (2018). Biomasa y productividad en las zonas áridas mexicanas. *Madera y Bosques*, 4, 1-19.
- Byers, C., Steinhorst, R., & Krausman, P. (1984). Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *The Journal of Wildlife Management*, 48(3), 1050-1053.
- Cain III, J. W., Krausman, P. R., Rosenstock, S. S., & Turner, J. C. (2006). Mechanisms of thermoregulation and water balance in desert ungulates. *Wildlife Society Bulletin*, 34(3), 570-581.
- Cain, J. W., Gedir, J. V., Marshal, J. P., Krausman, P. R., Allen, J. D., Duff, G. C., . . . 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., & Hewitt, D. G. (2005). Nutritional value of guajillo as a component of male white-tailed deer diets. *Rangeland Ecology & Management*, 58(1), 58-64.

- Carrillo Sánchez, M. A. (2020). Consumo de minerales de libre elección como respuesta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*), a las deficiencias de su dieta, en el matorral espinoso tamaulipeco, del noreste de México. [Maestría en Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/19743/>
- Cash, V. W., & Fullbright, T. E. (2005). Nutrient enrichment, tannins, and thorns: effects on browsing of shrub seedlings. *The Journal of Wildlife Management*, 69(2), 782-793.
- Catano, L. B., Shantz, A. A., & Burkepile, D. E. (2014). Predation risk, competition, and territorial damselfishes as drivers of herbivore foraging on Caribbean coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 511, 193-207.
- Catoni, C., Peters, A., & Schaefer, H. M. (2008). Life history trade-offs are influenced by the diversity, availability and interactions of dietary antioxidants. *Animal Behavior*, 76, 1107-1119.
- Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., Olguín, A., Miranda, M., García, A., Martínez, A., . . . Gallego, L. (2015). Avoiding toxic levels of essential minerals: a forgotten factor in deer diet preferences. *PLoS One*, 10(1), e0115814.
- Champagne, E., Dumont, A., Tremblay, J. P., & Côté, S. D. (2018). Forage diversity, type and abundance influence winter resource selection by white-tailed deer. *Journal of Vegetation Science*, 29(4), 619-628.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., Cantú-Medina, F. G., González-Reyna, A., Castillo-Rodriguez, S. P., & Martínez-González, J. C. (2015). Composición mineral de astas de venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) en el noreste de México. *Zootecnia Tropical*, 33(3), 255-260.
- Copani, G., Hall, J. O., Miller, J., Priolo, A., & Villalba, J. J. (2013). Plant secondary compounds as complementary resources: are they always complementary? *Oecologia*, 172, 1041-1049.

- Creel, S., Winnie Jr, J. A., & Christianson, D. (2009). Glucocorticoid stress hormones and the effect of predation risk on elk reproduction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12388-12393.
- Domenge Muñoz, R., & Pérez Gómez, M. (2019). Modelo de evaluación de estrategias de conservación y aprovechamiento en una reserva de turismo cinegético en México. *Journal of Management & Business Studies*, 1(2), 65-89.
- Dye, D. G., Middleton, B. R., Vogel, J. M., Wu, Z., & Velasco, M. (2016). Exploiting differential vegetation phenology for satellite-based mapping of semiarid grass vegetation in the Southwestern United States and Northern Mexico. *Remote Sensing*, 8(11), 1-33.
- Dykes, J. L., Strickland, B. K., Demarais, S., Reynolds, D. B., & Lashley, M. A. (2020). Diet selection of white-tailed deer supports the nutrient balance hypothesis. *Behavioural Processes*, 179, 104196.
- Estevez, J. A., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Ceacero, F., Martínez, A., Gaspar-López, E., ... Gallego, L. (2010). Seasonal variations in plant mineral content and free-choice minerals consumed by deer. *Animal Production Science*, 50, 177-185.
- Fulbright, T. E., & Ortega-Santos, J. A. (2007). *Ecología y manejo de venado cola blanca*.: Texas A&M University Press.
- Gallina-Tessaro, S. A., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C. A., & González-Gallina, A. (2009). Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública*, 1(2), 143-152.
- Gallina Tessaro, S. (2011). Características y evaluación del hábitat. En S. Gallina Tessaro & C. López González (Eds.), *Manual de Técnicas para el estudio de la fauna* (Vol. 1, pp. 280-316). Universidad Autónoma de Querétaro; Instituto de Ecología A. C.
- Gambín, P., Serrano, M. P., Gallego, L., García, A., Cappelli, J., Ceacero, F., & Landete-Castillejeros, T. (2017). Does Cu supplementation affect the mechanical and

- structural properties and mineral content of red deer antler bone tissue? *Animal*, 11(8), 1312-1320.
- García, E. (1998). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- Gastelum-Mendoza, F., Tarango-Arámbula, L. A., Olmos-Oropeza, G., Palacio-Nuñez, J., Valdéz-Zamudio, D., & Noriega-Valdéz, R. (2021). Diet and sexual segregation of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana* Merriam) in Sonora, Mexico. *Agro Productividad*, 14, 31-39.
- Gedir, J. V., Cain, J. W., Cain III, J. W., Krausman, P. R., Allen, J. D., Duff, G. C., & Morgart, J. R. (2016). Potential foraging decisions by a desert ungulate to balance water and nutrient intake in a water-stressed environment. *PloS one*, 11(2), e0148795.
- Gedir, J. V., Cain III, J. W., Swetnam, T. L., Krausman, P. R., & Morgart, J. R. (2020). Extreme drought and adaptive resource selection by a desert mammal. *Ecosphere*, 11(7), 1-19.
- Glass, D. M., Prentice, P. R., Evans, A. D., & Schmitz, O. J. (2022). Local differences in maximum temperature determine water use among desert bighorn sheep populations. *The Journal of Wildlife Management*, 86(8), e22313.
- González, E. A., & Améndola, M. R. (2010). Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Graham, W. M., & Kroutil, R. M. (2001). Size-based prey selectivity and dietary shifts in the jellyfish, *Aurelia aurita*. *Journal of Plankton Research*, 23(1), 67-74.
- Granados, D., Tarango, L., Olmos, G., Palacios, P., Clemente, F., & Mendoza, G. (2014). Dieta y disponibilidad de forraje del venado cola blanca *Odocoileus virginianus thomasi* (Artiodactyla: Cervidae) en un campo experimental de Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 699-710.

- Guajardo, Q., R., & Martínez, N., A. (2004). Cuantificación del impacto económico de la caza deportiva en el norte de México y perspectivas de desarrollo. *Entorno Económico*, 42(250), 1-17.
- Guerrero-Cárdenas, I., Álvarez-Cárdenas, S., Gallina, S., Corcuera, P., Ramírez-Orduña, R., & Tovar-Zamora, I. (2018). Variación estacional del contenido nutricional de la dieta del borrego cimarrón del desierto (*Ovis canadensis weemsi*), en Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 34, 1-18.
- 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, México. *Therya*, 7(3), 423-437.
- Hernández, L., & Landré, J. W. (2005). Foraging in the 'landscape of fear' and its implications for habitat use and diet quality of elk *Cervus elaphus* and bison *Bison bison*. *Wildlife Biology*, 11(3), 215-220.
- Holechek, J. L. (1984). Comparative contribution of grasses, forbs, and shrubs to the nutrition of range ungulates. *Rangelands Archives*, 6(6), 261-263.
- Huffman, M. A., & Seifu, M. (1989). Observations on the illness and consumption of a possibly medicinal plant *Vernonia amygdalina* by a wild chimpanzee in the Mahale Mountains National Park, Tanzania. *Primates*, 30, 51-63.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía y Estadística. (2019). Carta del uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 serie VI. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>
- Ivlev, V. S. (1961). *Experimental ecology of the feeding of fishes*. USA: Yale University Press, New Haven.
- Juhnke, J., Miller, J., Hall, J. O., Provenza, F. D., & Villalba, J. J. (2012). Preference for condensed tannins by sheep in response to challenge infection with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 188(1-2), 104-114.

- Kaszta, Ž., Marino, J., Ramoelo, A., & Wolff, E. (2016). Bulk feeder or selective grazer: African buffalo space use patterns based on fine-scale remotely sensed data on forage quality and quantity. *Ecological modelling*, 323, 115-122.
- Krausman, P. R., Kuenzi, A. J., Etchberger, R. C., Rautenstrauch, K. R., Ordway, L. L., & Hervet, J. J. (1997). Diets of desert mule deer. *Rangeland Ecology & Management/ Journal of Range Management Archives*, 50(5), 513-522.
- Krausman, P. R., Leopold, B. D., Seegmiller, R. F., & Torres, S. G. (1989). Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. *Wildlife Monographs*, (102), 3-66.
- Lashley, M. A., & Harper, C. A. (2012). The effects of extreme drought on native forage nutritional quality and white-tailed deer diet selection. *Southeastern Naturalist*, 11(4), 699-710.
- Lefèvre, T., Oliver, L., Hunter, M. D., & De Roode, J. C. (2010). Evidence for trans-generational medication in nature. *Ecology Letters*, 13(12), 1485-1493.
- Levi, M., Lee, D. E., Bond, M. L., & Treydte, A. C. (2022). Forage selection by Masai giraffes (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi*) at multiple spatial scales. *Journal of Mammalogy*, 103(3), 737-744.
- López, S., Lee, R. M., De Vos, J. C., Schweinsburg, R. E., & Luna, S. G. (1999). Relación uso-disponibilidad de componentes topográficos y un modelo de calidad del hábitat para el borrego cimarrón en Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 76(76), 17-34.
- López-Pérez, E., Serrano-Aspeitia, N., Aguilar-Valdés, B. C., & Herrera-Corredor, A. (2012). Composición nutricional de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus ssp. mexicanus*) en Pitzotlán, Morelos. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(8), 219-229.
- Luna, R. G. (2013). Región y sociedad. En: L. Iñiguez Rojas (Ed.). *La Producción de Rumiantes Menores en las Zonas Áridas de Latinoamérica* (p 564).

- Lyons, R. K., & Stuth, J. W. (2007). Cattle, Browse, and Range Health. *Rangelands*, 29(6), 8-11.
- Månsson, J., Andren, H., Pehrson, Å., & Bergström, R. (2007). Moose browsing and forage availability: a scale-dependent relationship? *Canadian Journal of Zoology*, 85(3), 372-380.
- Marshall, J. P., Bleich, V. C., Krausman, P. R., Reed, M.-L., & Neibergs, A. (2012). Overlap in diet and habitat between the mule deer (*Odocoileus hemionus*) and feral ass (*Equus asinus*) in the Sonoran Desert. *The Southwestern Naturalist*, 57(1), 16-25.
- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
- McArthur, C., Orlando, P., Banks, P. B., & Brown, J. S. (2012). The foraging tightrope between predation risk and plant toxins: a matter of concentration. *Functional Ecology*, 26(1), 74-83.
- Mellado, M. (2016). Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: A review. *The Rangeland Journal*, 38(4), 331-341.
- Memmott, K. L., Anderson, V. J., & Fugal, R. (2011). Seasonal dynamics of forage shrub nutrients. *Rangelands*, 33(6), 12-16.
- Miller, G. D., & Gaud, W. S. (1989). Composition and variability of desert bighorn sheep diets. *The Journal of Wildlife Management*, 53(3), 597-606.
- Nefzaoui, A., Louhaichi, M., & Ben Salem, H. (2014). Cactus as a tool to mitigate drought and to combat desertification. *Journal of Arid Land Studies*, 24(1), 121-124.
- Nersesian, C. L., Banks, P. B., & McArthur, C. (2011). Titrating the cost of plant toxins against predators: determining the tipping point for foraging herbivores. *Journal of Animal Ecology*, 80(4), 753-760.

- NRC, N. R. (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. The National Academies Press.
- O´Farril, G., Medellín, R. A., Matter, S. F., & Cameron, G. N. (2019). Habitat use and diet of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*) and endemic mule deer (*Odocoileus hemionus nelsonii*) on Tiburon Island, Mexico. The Southwestern Naturalist, 63(4), 225-234.
- Ohigashi, H., Huffman, M. A., Izutsu, D., Koshimizu, K., Kawanaka, M., Sugiyama, H., . . . Balansard, G. (1994). Toward the chemical ecology of medicinal plant use in chimpanzees: the case of *Vernonia amygdalina*, a plant used by wild chimpanzees possibly for parasite-related diseases. Journal of Chemical Ecology, 20, 541-553.
- Olivas-Sánchez, M. P., Vital-García, C., Flores-Márquez, J. P., Quiñonez-Martínez, M., & Clemente-Sánchez, F. (2015). Cambios estacionales en la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*) en matorral desértico Chihuahuense. Agro Productividad, 8(6), 59-64.
- Peralta-Pardo, R. (2020). Traslape de dieta en ungulados silvestres y domésticos en Sonora, México. [Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados]. <http://hdl.handle.net/10521/4271>.
- Ramírez, R. G. (2004). Nutrición del venado cola blanca. Publicaciones Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Ramírez, R., Haenlein, G. F., Treviño, A., & Reyna, J. (1996). Ramírez, R. G., Haenlein, G. F. W., 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.
- Ramírez-Lozano, R. G. (2004). Nutrición del venado cola blanca en el Noreste de México. Publicaciones Universidad Autónoma de Nuevo León.

- REMAS, Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Sonora. (2013). Estación Green Stripe, Precipitación. Recuperado el 20 de 10 de 2023 de, <https://www.siafeson.com/remas/index.php/estacionglobal?rid=40>
- Retes, R., Cuevas, M. I., Moreno, S., Denogean, F. G., Ibarra, F., & Martín, M. (2010). Unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre como alternativa para "los nuevos agronegocios". *Revista Mexicana de Agronegocios*, 27, 336-346.
- Ricardi, F. Q. (2011). La prueba de ji-cuadrado. *Estadística Aplicada a la Investigación en Salud. Medwave*, 11(12), 1-7.
- SAGARPHA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura. (2021). Unidades de Manejo para la Conservacion de la Vida Silvestre (UMA). Recuperado el 09 de 10 de 2021, de <http://hunting.sonora.gob.mx/infoumamun.php?id=DFYFS-CR-EX0162-SON>
- Schmitt, M. H., Shuttleworth, A., Shrader, A. M., & Ward, D. (2020). The role of volatile plant secondary metabolites as pre-ingestive cues and potential toxins dictating diet selection by African elephants. *Oikos*, 129(1), 24-34.
- Scognamillo, D., Maxit, I. E., Sunkuist, M., & Polisar, J. (2003). Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology*, 259(3), 269-279.
- Selebatso, M., Maude, G., & Fynn, R. W. (2018). Adaptive foraging of sympatric ungulates in the Central Kalahari Game Reserve, Botswana. *African Journal of Wildlife Research*, 48(2), 1-12.
- Singer, M. S., Mace, K. C., & Bernays, E. A. (2009). Self-medication as adaptive plasticity: increased ingestion of plant toxins by parasitized caterpillars. *PLoS ONE*, 4, e4796.
- Smolko, P., Garaj, P., Lebocký, T., Bútorá, L., Pataky, T., Jaňáková, Z., . . . Kropil, R. (2022). Soil nutrients and deer density affect antler size of the Carpathian red deer. *Mammalian Biology*, 102, 119-130.

- Solís-Parra, J. S., & Críales-Hernández, M. I. (2016). Captura y selectividad del zooplankton por *Utricularia foliosa* (Lentibulariaceae) en la Ciénaga de Paredes, Santander, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1297-1310.
- Sprinkle, J., Grumbles, R., & Meen, A. (2015). Nutritional characteristics of Arizona browse. Arizona Cooperative Extension, AZ1273.
- Stolter, C., Ramoelo, A., Kesch, K., Madibela, O., Cho, M. A., & Joubert, D. F. (2018). Forage quality and availability for large herbivores in southern African rangelands. En *Biodiversity & Ecology. Climate change and adaptive land management in southern Africa – assessments, changes, challenges, and solutions* (Vol. 6, p. 187-196). Klaus Hess Publishers, Göttingen & Windhoek.
- Stuth, J. W. (1991). Foraging behavior. En *Grazing management. A ecological perspective* (R. K. Heitschmidt, & J. W. Stuth, Trads., p 65-83). Timber Press.
- Tajchman, K., Bogdaszewski, M., & Kowalczyk-Vasilev, E. (2019). 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.
- Tapia-Landeros, A. (2013). De la ganadería a la cinegética: Transformación de roles e identidades en el Desierto de Sonora. *Culturales*, 1(1), 107-142.
- Tarango, L. A., Krausman, P. R., Valdez, R., & Kattnig, R. M. (2002). Research observation: desert bighorn sheep diets in northwestern Sonora, Mexico. *Rangeland Ecology & Management/ Journal of Range Management Archives*, 55(6), 530-534.
- Tarango-Arámbula, L. A. (2005). Problemática y alternativas de desarrollo de las zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 4(2), 17-21.
- Timmons, G. R., Hewitt, D. G., DeYoung, C. A., Fullbright, T. E., & Draeger, D. A. (2010). Does supplemental feed increase selective foraging in a browsing ungulate?. *The Journal of Wildlife Management*, 74(5), 995-1002.

- Tuboi, C., & Hussain, S. A. (2016). Factors affecting forage selection by the endangered Eld's deer and hog deer in the floating meadows of Barak-Chindwin basin of North-east India. *Mammalian Biology*, 81, 53-60.
- Van Beest, F. M., Mysterud, A., Loe, L. E., & Milner, J. M. (2010). Forage quantity, quality and depletion as scale-dependent mechanisms driving habitat selection of a large browsing herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 79(4), 910-922.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Velásquez-Vélez, R., Pezo, D., Skarpe, C., Ibrahim, M., Mora, J., & Benjamín, T. (2009). Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 47, 51-60.
- Villalba, J. J., Costes-Thiré, M., & Ginane, C. (2017). Phytochemicals in animal health: diet selection and trade-offs between costs and benefits. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(2), 113-121.
- Villalba, J. J., Provenza, F. D., & Bryant, J. P. (2002). Consequences of the interaction between nutrients and plant secondary metabolites on herbivore selectivity: benefits or detriments for plants? *Oikos*, 97(2), 282-292.
- Villalba, J. J., Provenza, F. D., Hall, J. O., & Lisonbee, L. D. (2010). Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. *Journal of Animal Science*, 88(6), 2189-2198.
- Wagner, G. D., & Peek, J. M. (2006). Bighorn Sheep Diet Selection and Forage Quality in Central Idaho. *Northwest Science*, 80(4), 246.
- Waite, T. A., & Field, K. L. (2008). Foraging with Others: Games Social Foragers Play. En D. W. Stephens, J. S. Brown, & R. C. Ydenberg (Eds.), *Foraging* (págs. 331-362). University of Chicago.

- Wam, H. K., & Hjeljord, O. (2010). Wam, H. K., & Hjeljord, O. (2010). Moose summer and winter diets along a large scale gradient of forage availability in southern Norway. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 745-755.
- Weiss, W. P. (1993). Predicting energy values of feeds. *Journal of Dairy Science*, 76(6), 1802-1811.
- Werdel, T. J., Jenks, J. A., Kanta, J. T., Lehman, C. P., & Frink, T. J. (2023). Resource Selection and Herbaceous Biomass at Foraging Sites of Translocated Bighorn Sheep. *Rangeland Ecology & Management*, 87, 141-149.
- Xin, D., Xinzhou, G., Jia, S., Fei, Y., Baofa, Y., Aiqin, W., . . . Shengmei, Y. (2012). The seasonal changes of plant secondary metabolites and their influence on the food selection of plateau pika. *Acta Theriologica Sinica*, 32(4), 306.
- Zuñiga, A. H., Rau, J. R., Sandoval, R., & Fuenzalida, V. (2022). Landscape use and food habits of the chilla fox (*Lycalopex griseus*, Gray) and domestic dog (*Canis lupus familiaris*) in a peri-urban environment of south-central Chile. *Folia Oecologica*, 49(2), 159-167.