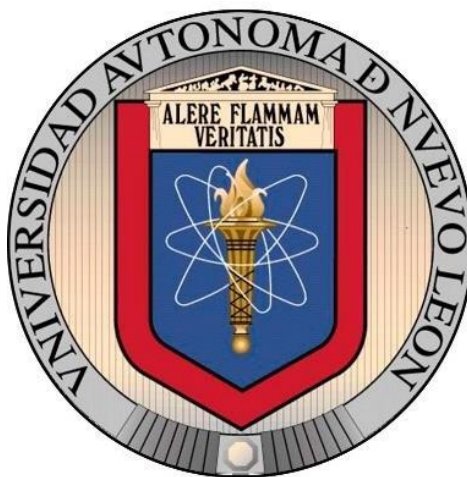


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



ECOLOGÍA TRÓFICA Y EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DE *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus* EN COAHUILA, MÉXICO

Por:

FERNANDO ISAAC GASTELUM MENDOZA

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE
RECURSOS NATURALES**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



ECOLOGÍA TRÓFICA Y EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DE *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus* EN COAHUILA, MÉXICO

Por:

FERNANDO ISAAC GASTELUM MENDOZA

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MANEJO DE
RECURSOS NATURALES**

ECOLOGÍA TRÓFICA Y EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DE *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus* EN COAHUILA, MÉXICO

Aprobación de Tesis



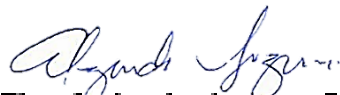
Dr. César Martín Cantú Ayala
Director

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León



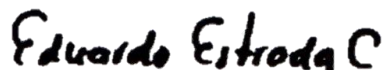
Dr. Fernando Noel González Saldívar
Co-Director

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León



Dr. Eloy Atejandro Lozano Cavazos
Co-Director Externo

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro



Dr. Andrés Eduardo Estrada Castellón
Asesor

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León



Dr. Eduardo Javier Treviño Garza
Asesor

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada mediante el Programa Becas Nacionales.

Al Ing. Gerardo Benavides Pape, por brindarme la oportunidad para desarrollar este trabajo en el Rancho San Juan.

Al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, por todas las atenciones brindadas durante los tres años de mi estancia en el Programa de Doctorado.

Al Dr. César Martín Cantú Ayala, porque siempre mostró un gran interés por esta investigación, por recibirme de la mejor manera en Linares, por su apoyo en todas las etapas de este trabajo, sus invaluable aportes, su siempre disposición para enriquecer este proyecto, pero sobre todo, por brindarme de forma sincera su amistad.

Al Dr. Fernando Noel González Saldívar, por su apoyo en todas las etapas de este trabajo, por todas las facilidades que me brindó en el Laboratorio de Fauna Silvestre, por compartirme sus conocimientos y experiencia, y por brindarme la libertad de plantearme los objetivos y diseño de esta investigación.

Al Dr. Eloy Alejandro Lozano Cavazos, por brindarme todas las facilidades en el Rancho San Juan para desarrollar este trabajo, por invitarme a realizar diversas colaboraciones con él y en especial, por siempre brindarme su apoyo y amistad.

Al Dr. Eduardo Andrés Estrada Castellón, por brindarme su amplio conocimiento en taxonomía vegetal, lo cual facilitó enormemente la identificación de plantas, por alentarme a desarrollar mi carrera en la ciencia y por considerarme su amigo.

Al Dr. José Isidro Uvalle Saucedo, que a pesar de no formar parte oficial de este trabajo, siempre mostró un gran interés en el mismo, por compartirme sus conocimientos y consejos, por las colaboraciones que realizamos en conjunto y sobre todo, por abrirme las puertas de su casa y por su valiosa amistad.

Al Ing. Leonel Reséndiz Dávila, porque sin su valioso apoyo en la identificación de las dietas, no hubiera sido posible la culminación del presente trabajo. Por compartir conmigo su experiencia, conocimiento y consejos. Por todos los momentos compartidos en campo y en el bonito pueblo de Hualahuises, Nuevo León, que siempre recordaré con mucho cariño.

Al Ing. Vladimir Lara Ramírez, por todos los gratos momentos compartidos en el Rancho San Juan, por sus consejos y compartir conmigo su amplio conocimiento y gusto por el manejo de fauna silvestre, y sobre todo por brindarme su amistad.

A mi novia Alejandra, por su apoyo incondicional, por brindarme siempre una palabra de aliento, por sus consejos, por estar conmigo en los momentos más complicados.

Al personal técnico de la Facultad de Ciencias Forestales: César, Chinchín y Dani, porque sin su apoyo durante el trabajo de campo y laboratorio, no hubiera sido posible culminar esta investigación. Por todos los gratos momentos compartidos en campo, por las reuniones, porque con su amistad siempre me hicieron sentir en casa.

Al personal del Rancho San Juan, que siempre me brindaron todas las facilidades durante el trabajo de campo.

A mis amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias Forestales, en especial a Miguel, Rebeca, Filio, Gyorgi y Charly, que hicieron más grata mi estadía en Linares, Nuevo León.

Y a todas aquellas personas, que de algún modo colaboraron en este trabajo y que omito mencionar, muchas gracias.

Mi más sincero reconocimiento y agradecimiento



Fernando Isaac Gastelum Mendoza

DEDICATORIA

A mis padres Isac y Marcia, y mi hermano Jesús: este trabajo representa mi gran pasión y el sueño de mi vida profesional. En él, están depositadas muchas horas de trabajo, dedicación, desvelo y esfuerzo, que enteramente les dedico con todo mi amor y agradecimiento.

A mi panino Julio (†): este trabajo representa el cumplimiento de una promesa que te hice hace siete años.

A mi novia Alejandra: esta meta cumplida también es tuya y espero seguir compartiéndolas a tu lado.

Este trabajo, es gracias a ustedes y para ustedes



Fernando Isaac Gastelum Mendoza

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	X
RESUMEN	XII
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1. Distribución y conservación del borrego cimarrón y venado cola blanca en México	1
1.2. El borrego berberisco: un problema para los herbívoros nativos del noreste de México	3
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. HIPÓTESIS	7
4. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivo general	8
4.2. Objetivos específicos	8
CAPÍTULO I. EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO	9
RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. Descripción del área de estudio	11
2.2. Caracterización de la cobertura vegetal	13
2.3. Índices de diversidad	16
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón	18
3.2. Evaluación del hábitat del borrego berberisco	24
3.3. Evaluación del hábitat del venado cola blanca	29
3.4. Diversidad beta (β)	34
CAPÍTULO II. DIVERSIDAD Y SELECCIÓN DE LA DIETA DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO	35
RESUMEN	35
1. INTRODUCCIÓN	36
2. MATERIALES Y MÉTODOS	37

2.1.	Descripción del área de estudio-----	37
2.2.	Análisis de la composición y diversidad de la dieta -----	37
2.3.	Análisis numérico_____	40
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	42
3.1.	Análisis de la dieta del borrego cimarrón -----	42
3.1.1.	Composición de la dieta del borrego cimarrón -----	42
3.1.2.	Diversidad y selección de la dieta del borrego cimarrón -----	46
3.2.	Análisis de la dieta del borrego berberisco-----	51
3.2.1.	Composición de la dieta del borrego berberisco -----	51
3.2.2.	Diversidad y selección de la dieta del borrego berberisco-----	54
3.3.	Análisis de la dieta del venado cola blanca -----	58
3.3.1.	Composición de la dieta del venado cola blanca -----	58
3.3.2.	Diversidad y selección de la dieta del venado cola blanca-----	63
3.4.	Similitud de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca_____	67
CAPÍTULO III. PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL DESÉRTICO ASOCIADA A LA CAPACIDAD DE CARGA DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO_____		75
RESUMEN_____		75
1.	INTRODUCCIÓN_____	75
2.	MATERIALES Y MÉTODOS_____	76
2.1.	Descripción del área de estudio-----	76
2.2.	Estimación de la producción de biomasa-----	76
2.3.	Estimación de la capacidad de carga-----	77
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN_____	78
3.1.	Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico rosetófilo para borrego cimarrón_____	78
3.1.1.	Producción de biomasa del hábitat del borrego cimarrón -----	78
3.1.2.	Capacidad de carga del borrego cimarrón-----	83
3.2.	Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico rosetófilo para borrego berberisco_____	84
3.2.1.	Producción de biomasa del hábitat del borrego berberisco -----	84
3.2.2.	Capacidad de carga del borrego berberisco -----	88
3.3.	Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico micrófilo para venado cola blanca_____	90
3.3.1.	Producción de biomasa del hábitat del venado cola blanca -----	90
3.3.2.	Capacidad de carga del venado cola blanca-----	95
5.	CONCLUSIONES_____	97
6.	LITERATURA CITADA_____	100

7. ANEXOS	116
7.1. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	116
7.2. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	118
7.3. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	120
7.5. Publicaciones y participaciones en congreso	123
7.5.1. Publicaciones científicas y de divulgación	123
7.5.2. Participación en congreso	124

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reducción en la distribución del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) en Norteamérica	2
Figura 2. Distribución del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el continente americano.....	3
Figura 3. Distribución original del borrego berberisco (<i>Ammotragus lervia</i>) en el mundo.....	4
Figura 1.1. Delimitación de los sitios de estudio y tipo de vegetación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	12
Figura 1.2. Hábitat del borrego cimarrón (A), borrego berberisco (B) y venado cola blanca (C) en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	13
Figura 1.3. Índices de diversidad de especies de plantas potenciales por sitio de estudio en la UMA Rancho San Juan, onclova, Coahuila, México.....	14
Figura 1.4. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del borrego cimarrón por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	20
Figura 1.5. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	21
Figura 1.6. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	22
Figura 1.7. Relación entre el índice de diversidad de Shannon (H') del matorral desértico y de la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	23
Figura 1.8. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del borrego berberisco por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	25
Figura 1.9. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	26
Figura 1.10. Principales especies en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	27
Figura 1.11. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	28
Figura 1.12. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del venado cola blanca por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	31
Figura 1.13. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	33

Figura 1.14. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico micrófilo utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	33
Figura 2.1. Estructuras celulares de algunas plantas utilizadas para identificar la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	39
Figura 2.2. Sitio de recolecta de muestras fecales.....	40
Figura 2.3. Composición de la dieta del borrego cimarrón por forma biológica y estación del año en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México ..	45
Figura 2.4. Pileta para suministro de agua para borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	46
Figura 2.5. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila.....	47
Figura 2.6. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México	48
Figura 2.7. Composición de la dieta del borrego berberisco por forma biológica y estación del año en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México ..	53
Figura 2.8. Fuente de agua artificial utilizada por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	54
Figura 2.9. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	55
Figura 2.10. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México	56
Figura 2.11. Composición estacional de la dieta del venado cola blanca por forma biológica en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	61
Figura 2.12. Evidencias de ramoneo de venado cola blanca sobre <i>Opuntia engelmannii</i> en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	62
Figura 2.13. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	64
Figura 2.14. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México	67
Figura 2.15. Análisis de conglomerados basado en el coeficiente de similitud de Kulczynski en la composición estacional de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	71
Figura 3.1. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México .	79
Figura 3.2. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	80

Figura 3.3. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	81
Figura 3.4. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	82
Figura 3.5. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	82
Figura 3.6. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	85
Figura 3.7. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	86
Figura 3.8. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	86
Figura 3.9. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	87
Figura 3.10. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	88
Figura 3.11. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	91
Figura 3.12. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	92
Figura 3.13. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	92
Figura 3.14. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	93
Figura 3.15. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	94

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	18
Tabla 1.2. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	23
Tabla 1.3. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	24
Tabla 1.4. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	28
Tabla 1.5. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	30
Tabla 1.6. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico micrófilo utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	34
Tabla 2.1. Categorización de los valores del índice de selectividad de Ivlev	41
Tabla 2.2. Composición de la dieta estacional del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	43
Tabla 2.3. Valores del índice de selectividad de Ivlev y prueba de X^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	49
Tabla 2.4. Composición de la dieta del borrego berberisco por forma biológica, familia, especie y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	51
Tabla 2.5. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	55
Tabla 2.6. Valores del índice de selectividad de Ivlev y prueba de X^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	56
Tabla 2.7. Frecuencia relativa de la composición de la dieta del venado cola blanca por forma biológica, familia, especie y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	59
Tabla 2.8. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	63

Tabla 2.9. Valores del índice de selectividad de Ivlev y prueba de X^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	65
Tabla 2.10. Comparación de la composición anual de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	68
Tabla 2.11. Valores del índice de similitud de Kulczynski en la composición de la dieta anual del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	70
Tabla 2.12. Valores del índice de similitud de Kulczynski en la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	72
Tabla 2.13. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	73
Tabla 2.14. Comparación entre las principales formas biológicas de las plantas en la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.....	74
Tabla 3.1. Capacidad de carga estacional del matorral desértico rosetófilo para borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México .	83
Tabla 3.2. Capacidad de carga estacional del matorral desértico rosetófilo para borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	89
Tabla 3.3. Capacidad de carga estacional del matorral desértico micrófilo para venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México	95

RESUMEN

El borrego cimarrón y el venado cola blanca, son las especies cinegéticas más importantes del norte de México. Sin embargo, la presencia de especies exóticas como el borrego berberisco, representan una fuente de competencia por el alimento y hábitat. Por ello, el objetivo de este estudio, fue identificar la composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo (Mdr) y matorral desértico micrófilo (Mdm), asociado a la presencia de estas tres especies. De igual manera, comparar la diversidad y selección del forraje. Por último, estimar la capacidad de carga de los tipos de vegetación en donde se distribuyen, en base a la producción estacional de biomasa. El presente, se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Rancho San Juan, municipio de Monclova, Coahuila, México en el período octubre 2018 – agosto 2019. Para identificar la composición y diversidad del Mdr y Mdm, se utilizó el método de líneas de Canfield, de 25 m de longitud, ubicadas completamente al azar. La diversidad se estimó mediante los índices de Shannon, Simpson y Margalef. La composición de la dieta mediante la técnica microhistológica en muestras fecales, la selección del forraje con el índice de Ivlev, la producción de biomasa con el método de Adelaide y la capacidad de carga con el modelo propuesto por Holechek *et al.* (2001). El hábitat del borrego cimarrón, se compuso de 42 especies vegetales, representadas por 17 familias. Las arbóreas, arbustivas y pastos, fueron las especies más importantes. La diversidad, riqueza y dominancia de especies fueron mayores en otoño. El hábitat del borrego berberisco, registró 50 especies de plantas y 22 familias. Arbóreas y arbustivas, predominaron en las cuatro estaciones del año. La riqueza de especies en el hábitat del borrego berberisco, aumento a partir de otoño, pero se mantuvo constante la dominancia y diversidad. El hábitat del venado cola blanca, se caracterizó por matorral desértico micrófilo. Se registró un total de 42 especies de plantas, representadas por 21 familias. Las arbóreas y arbustivas predominaron en primavera y verano, y los pastos en otoño e invierno. La riqueza de plantas fue mayor en otoño. La diversidad y dominancia, disminuyeron de primavera a invierno. La dieta del borrego cimarrón se compuso de 49 especies, incluidas en 20 familias. La dieta anual se compuso de 38.21% arbóreas y arbustivas, 31.82% herbáceas, 15.83% pastos y 14.15% suculentas. La dieta fue más diversa en invierno. El borrego cimarrón, consumió *Acacia rigidula* de manera proporcional a su disponibilidad, seleccionó *Opuntia engelmannii* y evito el consumo de *Opuntia microdasys*. La dieta del borrego berberisco se compuso de 64 especies y 21 familias. La dieta fue más diversa en otoño, 36.02% arbóreas y arbustivas, 29.83% herbáceas, 22.40% pastos y 11.76% suculentas, conformaron la dieta anual. El borrego berberisco consumió proporcionalmente *Acacia rigidula*, evito *Guaiacum angustifolium*, y seleccionó *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis*. Se identificaron 49 especies y 20 familias en la dieta del venado cola blanca. La dieta anual se conformó de 49.84% arbóreas y arbustivas, 18.38% suculentas, 16.02% herbáceas y 15.72% pastos. El venado cola blanca, consumió de manera proporcional *Acacia rigidula* y *Cenchrus ciliaris*, evitó *Euphorbia antisyphilitica* y seleccionó *Opuntia engelmannii*. La similitud en la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca fue alta. La capacidad de carga del Mdr se estimó en 3.76 ha/cimarrón/año y 3.50 ha/berberisco/año. Mientras que la del Mdm en 4.94 ha/venado/año. Debido a que la similitud en la composición y diversidad del hábitat, así como de la dieta fue alta, es recomendable que las tres especies continúen siendo manejadas de forma independiente. Además, los resultados indican que la densidad de borregos está por debajo de la capacidad de carga y la de venados ha sobrepasado la capacidad de carga del hábitat. Los resultados de este trabajo, pueden ser útiles en la implementación de mejoras de hábitat y en el manejo de estas tres especies.

Palabras clave: Adelaide, diversidad, Canfield, matorral desértico, selección, técnica microhistológica.

ABSTRACT

The bighorn sheep and the white-tailed deer are the most important game species in northern Mexico. However, the presence of exotic species such as the Barbary sheep represent a source of competition for food and habitat. Therefore, the objective of this study was to identify the composition and diversity of the rosetophilic desert scrub (Mdr) and microphilic desert scrub (Mdm), associated with the presence of these three species. Similarly, compare the diversity and selection of forage. Finally, estimate the carrying capacity of the types of vegetation where they are distributed, based on the seasonal production of biomass. This was carried out at the Wildlife Conservation Management Unit Rancho San Juan, municipality of Monclova, Coahuila, Mexico in the period October 2018 - August 2019. To identify the composition and diversity of Mdr and Mdm, it was used the method of Canfield lines, 25 m long, located completely at random. Diversity was estimated using the Shannon, Simpson and Margalef indices. The composition of the diet using the microhistological technique in fecal samples, the selection of the forage with the Ivlev index, the biomass production with the Adelaide method and the carrying capacity with the model proposed by Holechek *et al.* (2001). The habitat of the bighorn sheep was made up of 42 plant species, represented by 17 families. The arboreal, scrubs and grasses were the most important species. The diversity, richness and dominance of species were higher in autumn. The habitat of the Barbary sheep registered 50 species of plants and 22 families. Arboreal and scrubs, they predominated in the four seasons of the year. Species richness in the habitat of the Barbary sheep increased from autumn, but the dominance and diversity remained constant. The habitat of the white-tailed deer was characterized by microphyllous desert scrub. A total of 42 plant species were recorded, represented by 21 families. The arboreal and scrubs predominated in spring and summer, and grasses in autumn and winter. The richness of plants was greater in autumn. Diversity and dominance decreased from spring to winter. The diet of the bighorn sheep was made up of 49 species, included in 20 families. The annual diet was composed of 38.21% arboreal and scrubs, 31.82% herbaceous, 15.83% grasses and 14.15% succulent. The diet was more diverse in winter. The bighorn sheep consumed *Acacia rigidula* in proportion to its availability, selected *Opuntia engelmannii* and avoided the consumption of *Opuntia microdasys*. The diet of the Barbary sheep was made up of 64 species and 21 families. The diet was more diverse in autumn, 36.02% arboreal and scrubs, 29.83% herbaceous, 22.40% grasses and 11.76% succulent, made up the annual diet. The Barbary sheep proportionally consumed *Acacia rigidula*, avoided *Guaiaacum angustifolium*, and selected *Opuntia engelmannii* and *Opuntia leptocaulis*. 49 species and 20 families were identified in the diet of the white-tailed deer. The annual diet was made up of 49.84% arboreal and scrubs, 18.38% succulent, 16.02% herbaceous and 15.72% grasses. The white-tailed deer proportionally consumed *Acacia rigidula* and *Cenchrus ciliaris*, avoided *Euphorbia antisyphilitica* and selected *Opuntia engelmannii*. The similarity in the composition of the diet of the bighorn sheep, Barbary sheep and white-tailed deer was high. The Mdr carrying capacity was estimated at 3.76 ha/bighorn sheep/ year and 3.50 ha/Barbary sheep/year. While that of the Mdm in 4.94 ha/deer/year. Because the similarity in the composition and diversity of the habitat, as well as the diet was high, it is recommended that the three species continue to be managed independently. In addition, the results indicate that the density of sheep is below the carrying capacity and that of deer has exceeded the carrying capacity of the habitat. The results of this work may be useful in the implementation of habitat improvements and in the management of these three species.

Keywords: Adelaide, diversity, Canfield, desert scrub, selection, microhistological technique.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

México alberga entre el 8 y 12% de la biodiversidad total de plantas y animales del planeta. Esta diversidad representa un importante valor ecológico, cultural y económico (Naranjo y Bodmer, 2007; Martínez-Polanco *et al.*, 2015; Retana *et al.*, 2015). En México, se reconocen 40 especies de mamíferos y 55 de aves que son importantes para su aprovechamiento cinegético (Fa y Morales, 1993). En este sentido, el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Shaw, 1804) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns, 1898) son las especies de mayor interés cinegético en México. Sin embargo, la presencia de especies exóticas como el borrego berberisco (*Ammotragus lervia* Pallas, 1777), represente una fuente de competencia por alimento y espacio.

1.1. Distribución y conservación del borrego cimarrón y venado cola blanca en México

Los borregos silvestres de Norteamérica, se distribuyen desde Alaska hasta México, reconociéndose dos especies: 1) borrego de Dall y borrego de Stone (*Ovis dalli*), en Alaska y Noroeste de Canadá; 2) borrego de las Montañas Rocallosas y borrego cimarrón del desierto (*Ovis canadensis canadensis*) en el suroeste de Canadá, oeste de Estados Unidos y norte de México (Sandoval, 1979). Tres subespecies se distribuyen exclusivamente en México, en forma aislada: *O. c. cremnobates* en Baja California, *O. c. weemsi* en Baja California Sur y *O. c. mexicana* en Sonora, Chihuahua y Coahuila (Valdez y Krausman, 1999) (Figura 1). El borrego cimarrón, es el herbívoro de mayor talla y valor económico en las zonas áridas del norte de México (en promedio \$USD 50,000 para su aprovechamiento cinegético). Actualmente, se encuentra Sujeta a Protección Especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010; Lorenzo y González, 2018).

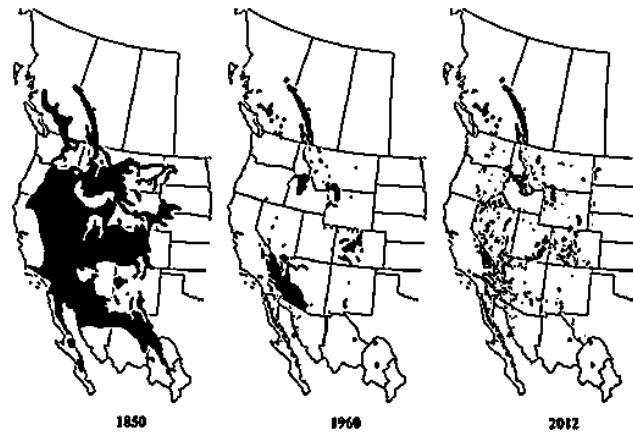


Figura 1. Reducción en la distribución del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Norteamérica (Brewer *et al.*, 2014).

El borrego cimarrón, es un herbívoro oportunista que requiere una diversidad topográfica y paisajes escarpados para detectar y evadir a sus depredadores. La evaluación de las condiciones del hábitat y de sus requerimientos alimentarios, es fundamental para determinar la distribución y el número de individuos que puede sostener una área (Brewer *et al.*, 2014).

Otro de los herbívoros importantes del noreste de México, desde el punto de vista económico y ecológico es el venado cola blanca. Es el cérvido con mayor área de distribución en el continente americano, se encuentra desde la latitud 60° norte ubicada en Canadá; en gran parte de Estados Unidos excepto algunas regiones en el suroeste; abarca todo Centroamérica hasta Sudamérica al norte de Brasil y sur de Perú (Gallina y Bello., 2010) (Figura 2). En el continente americano se reconocen 38 subespecies de *Odocoileus virginianus*, 14 de las cuales se encuentran en México, con excepción de la península de Baja California y parte norte de Sonora y Chihuahua (Mandujano *et al.*, 2010).

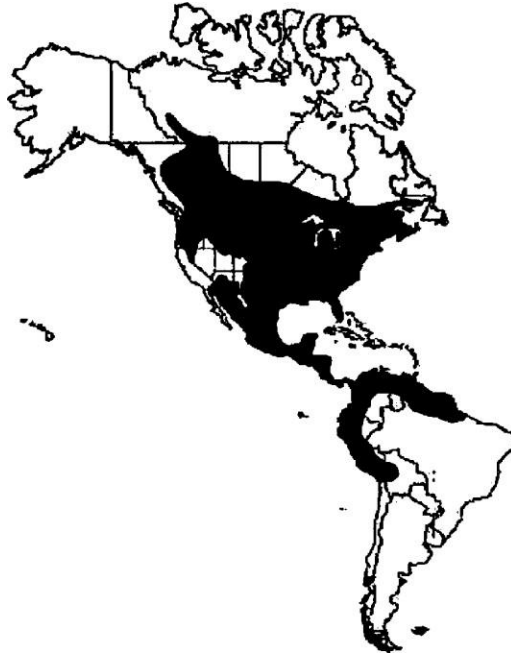


Figura 2. Distribución del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el continente americano (Hall, 1981).

La dieta del venado cola blanca, se basa en el ramoneo de árboles y arbustos, y el consumo de herbáceas, las especies suculentas son importantes en períodos secos y evita el consumo de pastos fibrosos, ya que no los puede digerir de manera eficiente. El manejo de venado cola blanca en el noreste de México, fue y sigue siendo la base del modelo de ganadería diversificada, lo cual ha beneficiado de manera indirecta la conservación de una gran variedad de otras especies y sus hábitats (Villarreal, 2000).

1.2. El borrego berberisco: un problema para los herbívoros nativos del noreste de México

Debido a que la Ley General de Vida Silvestre en México, permite el manejo y aprovechamiento de especies exóticas en condiciones exclusivamente de confinamiento, propietarios de UMA han optado por destinar sus predios hacia el manejo de estas especies. Sin embargo, algunas especies que han escapado de estos predios se han convertido en especies invasoras, ya que aumentan su área de distribución y ocupan el hábitat de especies nativas. Un claro ejemplo de ello,

es el borrego berberisco, originario del norte de África (Figura 2). Actualmente se le considera una especie invasora en el noreste de México y Sur de Estados Unidos, ya que representa una amenaza para las poblaciones de herbívoros nativos, porque es portadora y transmisora de enfermedades y parásitos (Nowak, 1991; Kingdon, 1997). Además, el borrego berberisco puede competir directamente por alimento, agua y espacio con especies como el borrego cimarrón y el venado cola blanca. En el estado de Coahuila, 13 UMA incluían el manejo de borrego berberisco en el año 2000. Actualmente, las poblaciones en vida libre siguen aumentando sus números en zonas áridas montañosas del noreste de México, como Sierra La Rata, Sierra Las Hormigas, Sierra Pájaros Azules y Mesa de Cartujanos, donde se le considera una especie nociva, por su alta capacidad de adaptación y hábitos gregarios (Kingdon, 1997).



Figura 3. Distribución original del borrego berberisco (*Ammotragus lervia*) en el mundo (Nowak, 1991).

A pesar de ello, en México no se ha realizado ningún estudio formal, que genere evidencia sobre la posible competencia por uso del hábitat y alimento, con el borrego cimarrón y venado cola blanca. Por lo cual, el presente trabajo representa el primer antecedente en México sobre el conocimiento de los requerimientos de hábitat y la selección del forraje del borrego berberisco y su relación con la selección del hábitat del borrego cimarrón y venado cola blanca.

El presente estudio, pretende generar información pertinente para que instancias gubernamentales, asociaciones civiles, propietarios de UMA y técnicos especializados en manejo de fauna silvestre, puedan realizar un manejo conjunto de las poblaciones de borrego berberisco, borrego cimarrón y venado cola blanca, con el fin de apoyar la conservación de poblaciones de herbívoros nativos del noreste de México y sus hábitat naturales.

2. JUSTIFICACIÓN

Antes de la segunda mitad del siglo XIX, el borrego cimarrón se distribuía ampliamente en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y una parte de Tamaulipas. Sin embargo, la cacería ilegal, la fragmentación de su hábitat y la competencia con especies domésticas y exóticas, restringieron su distribución al estado de Sonora (Jones, 1980). Por ello, autoridades y propietarios de predios dedicados a la conservación de la fauna silvestre en el noreste de México, han realizado repoblaciones de borrego cimarrón en el estado de Coahuila (Espinosa *et al.*, 2006).

Por otro lado, el venado cola blanca texano, es la principal especie cinegética en el noreste de México (Mandujano *et al.*, 2010). Su alta demanda para el turismo cinegético, ha ocasionado el aumento en el número de UMA dedicadas a su conservación (Villarreal *et al.*, 2014). La UMA Rancho San Juan, ubicada en el municipio de Monclova, Coahuila es un ejemplo de predios dedicados exclusivamente a la conservación *in situ* de especies nativas y sus hábitats. Además, cuenta con las condiciones del hábitat ideales para el desarrollo de poblaciones de borrego cimarrón y venado cola blanca. Sin embargo, la presencia del borrego berberisco dentro de este predio, representa un problema para el éxito de los programas de conservación del venado cola blanca y repoblación del borrego cimarrón.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como finalidad describir y comparar la composición y diversidad de la cobertura vegetal asociada a la presencia de estas tres especies. Así como la composición y similitud de sus dietas, como reflejo de una competencia forrajera. Con ello, se pretende brindar recomendaciones de manejo pertinentes, para promover la presencia y desarrollo de especies nativas.

3. HIPÓTESIS

En el presente estudio se plantearon y verificaron las siguientes hipótesis:

1. La composición y diversidad de especies del matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo varían en función de la estación del año.
2. La composición de la dieta del borrego berberisco es más diversa que la del borrego cimarrón y venado cola blanca.
3. La similitud de la dieta es mayor entre el borrego cimarrón y borrego berberisco por ser ambas especies de bóvidos.
4. La producción de biomasa y la capacidad de carga en los tres sitios de estudio es diferente, respecto al tipo de vegetación y estación del año para las tres especies de herbívoros.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Identificar y comparar la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca, evaluar la composición de la cobertura vegetal y la producción de biomasa de un matorral desértico utilizado por el borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

4.2. Objetivos específicos

1. Comparar la composición florística y diversidad del matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo con presencia de borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en las cuatro estaciones del año.
2. Comparar la composición y diversidad de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en las cuatro estaciones del año.
3. Comparar la producción de biomasa y la capacidad de carga del matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo utilizados por el borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en las cuatro estaciones del año.

CAPÍTULO I

EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO

RESUMEN

El borrego cimarrón y el venado cola blanca son las especies cinegéticas más importantes del norte de México. Sin embargo, la presencia de especies exóticas, como el borrego berberisco pueden representar una competencia por el hábitat. Por ello, el objetivo de este estudio fue caracterizar la composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo, con presencia de borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México de octubre 2018 a agosto 2019. Para ello, se utilizó el método de líneas de Canfield, en líneas de 25 m de longitud permanentes por estación del año. Las plantas registradas, se clasificaron por estrato y forma biológica en: arbóreas y arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas. Los valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia, se utilizaron para calcular el Índice de Valor de Importancia e índices de diversidad. El hábitat del borrego cimarrón y borrego berberisco estuvo compuesto principalmente por matorral desértico rosetófilo, y el del venado cola blanca por matorral desértico micrófilo. El hábitat del borrego cimarrón presentó 17 familias y 42 especies vegetales, arbustivas y arbóreas predominaron en todo el año, las herbáceas fueron menos importantes. De acuerdo al IVI, se identificaron 17 especies dominantes, destacando *Euphorbia antisyphilitica*, *Agave lechuguilla* y *Jatropha dioica*. Por su parte, en el hábitat del borrego berberisco se registraron 22 familias y 50 especies. Las arbóreas, arbustivas y suculentas fueron las más importantes. Además, se identificaron 18 especies dominantes, en especial *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata* y *Euphorbia antisyphilitica*. Por último, el hábitat del venado cola blanca, presentó 42 especies de plantas, incluidas en 21 familias. En primavera y verano, predominaron las arbóreas y arbustivas, y en otoño e invierno los pastos. De acuerdo al IVI, se consideraron 19 especies dominantes, resaltando a *Agave lechuguilla* y *Cenchrus ciliaris*, como las principales. Tanto la dominancia, diversidad y riqueza de especies, fueron mayores en el matorral desértico rosetófilo con presencia de borrego cimarrón. Además, se identificó un alto coeficiente de similitud en la composición de los tipos de vegetación (60%). Los resultados de este estudio, indican que las tres especies se desarrollan en hábitats similares, por lo cual se recomienda que sean manejadas de forma aislada, con el fin de poder evitar una posible competencia interespecífica, que pueda perjudicar el desarrollo de las poblaciones de venado cola blanca y borrego cimarrón.

Palabras clave: cobertura, diversidad, dominancia, especies exóticas, Índice de Valor de Importancia.

1. INTRODUCCIÓN

La cobertura vegetal, como un elemento del hábitat que aporta alimento y distintos tipos de cobertura a la fauna silvestre, es un elemento fundamental, cuya importancia varía en función de los requerimientos de la especie (Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006). En el norte de México y suroeste de Estados Unidos, el borrego cimarrón habita climas áridos, con topografía accidentada, caracterizada por cobertura de altura baja, que brinda una adecuada visibilidad y terreno de escape (Sandoval, 1979; Tarango, 2000; Escobar *et al.*, 2015). Asimismo, el borrego berberisco en el norte de África, está adaptado a un clima árido extremo, caracterizado por sierras con baja cobertura vegetal (Nowak, 1991). Por su parte, el hábitat del venado cola blanca en el noreste de México, está caracterizado por manchones de arbustos medios intercalados con zonas abiertas de pastos y herbáceas (Fulbright y Ortega, 2006; Mandujano *et al.*, 2010).

La presencia de especies forrajeras en el hábitat, es importante para identificar la calidad del hábitat para una especie en particular. Sin embargo, la disponibilidad y cobertura de estas especies, son igual de importantes (Fulbright y Ortega, 2006). Estos elementos, aunados al conocimiento sobre hábitos alimentarios que se discutirán en el Capítulo II, son necesarios para poder estimar adecuadamente la capacidad de carga animal, identificar sitios potenciales de repoblación e implementar mejoras de hábitat.

Conocer e interpretar la función de la cobertura vegetal en el desarrollo de las poblaciones de fauna silvestre, es fundamental para el correcto manejo de su hábitat (Stocker y Gilbert, 1977; Delfín *et al.*, 2009). Con el propósito de que personal técnico, autoridades y propietarios de predios para el manejo de estos herbívoros, cuenten con información pertinente para la implementación de

herramientas y acciones enfocadas a su conservación en los matorrales desérticos del noreste de México, el objetivo del presente fue identificar y evaluar la diversidad y composición de un matorral desértico micrófilo y un matorral desértico micrófilo, para inferir sobre su importancia en la conservación del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca, en una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre al este de Coahuila, México.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) Rancho San Juan (clave DGVS-CR-EX-3133-COA), en el municipio de Monclova, Coahuila (Figura 1.1), ubicada a 38 km en línea recta al este de la cabecera municipal y a 43 km al oeste del municipio de Candela (26° 49' 31.11" N, 101° 01' 57.77" O). Los tipos de vegetación en la región son matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, con asociación de pastizal mediano abierto (Miranda y Hernández, 1963).

Las especies vegetales representativas del matorral desértico micrófilo son: *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Castela texana*, *Celtis pallida*, *Cenchrus ciliaris*, *Flourensia cernua*, *Forestiera angustifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Larrea tridentata*, *Opuntia engelmannii*, entre las principales. Mientras que el matorral desértico rosetófilo, presenta especies como *Acacia farnesiana*, *Acacia rigidula*, *Agave lechuguilla*, *Cenchrus ciliaris*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Fouquieria splendens*, *Hechtia glomerata*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia engelmannii*, entre otras. El clima es seco (BS_{ohw}), con una temperatura promedio anual de 21°C. La precipitación anual, varía de 200 mm a 900 mm. La elevación oscila entre 600 y 1,000 msnm (García, 1988). Dentro de la UMA, se delimitaron 3 zonas de estudio: 1) reserva para manejo de borrego cimarrón con una superficie aproximada de 400 ha; 2) Sierra Las Hormigas, corresponde a una superficie de aproximada 1,100 ha, cercada, con fines de confinamiento del borrego berberisco

y 3) reserva para manejo de venado cola blanca de aproximadamente 1,030 ha (Figura 1.2).

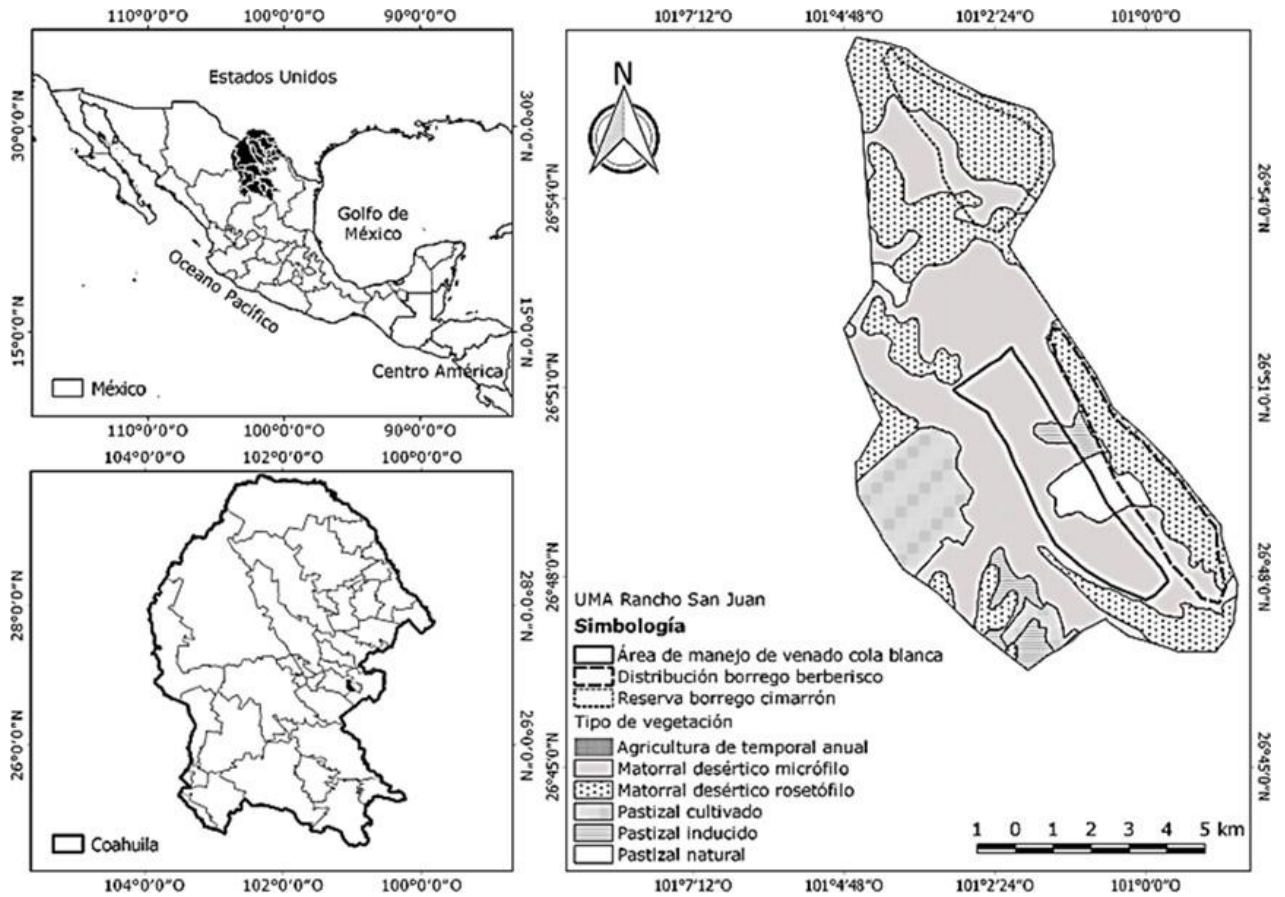


Figura 1.1. Delimitación de los sitios de estudio y tipo de vegetación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (INEGI, 2013).

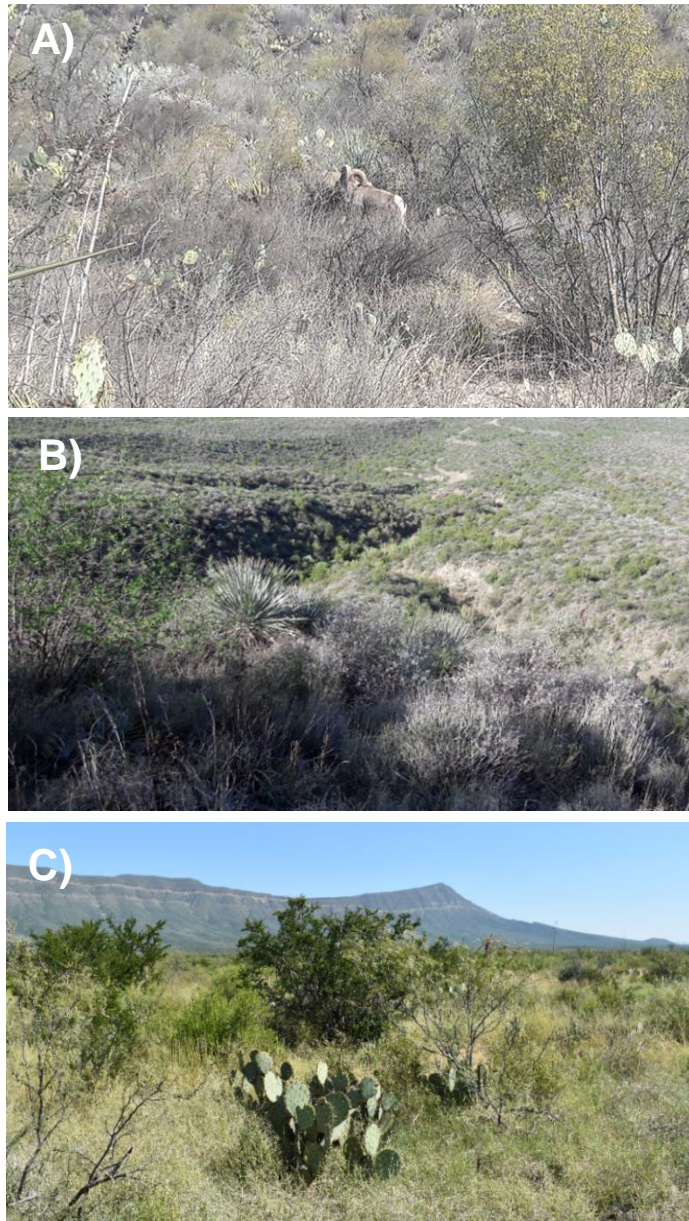


Figura 1.2. Hábitat del borrego cimarrón (A), borrego berberisco (B) y venado cola blanca (C) en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

2.2. Caracterización de la cobertura vegetal

Para evaluar la composición y estructura del matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo, se utilizó el método de líneas de Canfield (1941). En el área de distribución del borrego cimarrón y venado cola blanca, se colocaron 18 líneas permanentes al azar de 25 m de longitud en cada estación del año:

otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019). En el área de distribución del borrego berberisco, se colocaron del mismo modo 23 líneas de 25 m de longitud. El número de líneas se calculó en base a un pre-muestreo de 8 líneas de 25 m de longitud, por sitio de estudio, realizado en agosto de 2018. Posteriormente, se estimó el número de especies potenciales por sitio de estudio, de acuerdo a los estimadores Jackknife (Efron, 1992) y Chao (1992) (Figura 1.3).

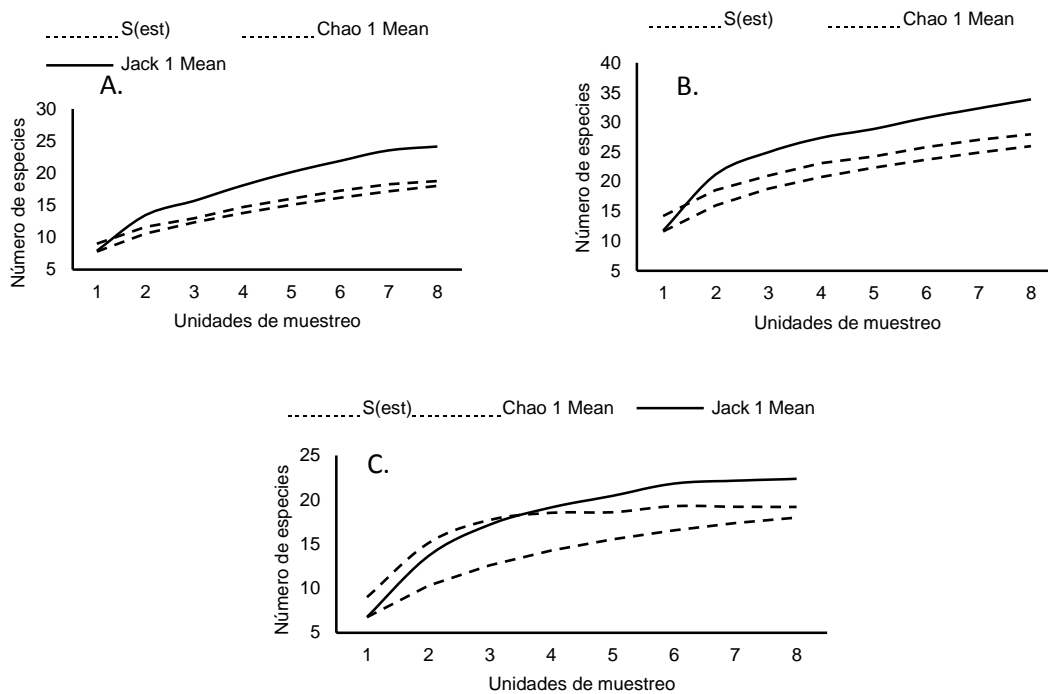


Figura 1.3. Índices de diversidad de especies de plantas potenciales por sitio de estudio en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México. A= matorral desértico rosetófilo, zona de distribución del borrego cimarrón, B= matorral desértico rosetófilo, zona de distribución del borrego berberisco, C= matorral desértico micrófilo, zona de distribución del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estos resultados, se utilizaron para calcular el tamaño de muestra (número de líneas de 25 m de longitud) para una población finita (N), mediante la Ecuación 1.

$$n = \frac{N \cdot \sum_a^2 p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot \sum_a^2 p \cdot q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

N = Total del número de especies estimadas

Z_{α} = 1.96² (ya que el nivel de confianza es del 95%)

p = Proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = Precisión (5%)

En cada línea, se midió la altura y cobertura lineal de cada planta que la interceptó. Las especies se clasificaron de acuerdo a su altura y forma biológica en: arbóreas y arbustivas (mayor a 0.5 m), herbáceas (menor a 0.5 m), pastos y suculentas. El método de líneas de Canfield, permite estimar valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia, parámetros útiles para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI) según Curtis y McIntosh (1951):

$$IVI = AR + FR + DR \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

AR = Abundancia relativa

FR = Frecuencia relativa

DR = Dominancia relativa

Los valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia se calcularon por tipo de vegetación, estación del año y especie, de la siguiente manera:

$$Abundancia\ relativa = \left(\frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i}{Número\ total\ de\ individuos\ en\ la\ estación} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

$$Frecuencia\ relativa = \left(\frac{Número\ de\ líneas\ que\ contienen\ a\ la\ especie\ i}{Número\ total\ de\ líneas\ en\ la\ estación} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

$$Dominancia\ relativa = \left(\frac{Longitud\ lineal\ total\ de\ la\ especie\ i}{Longitud\ lineal\ total\ de\ todas\ las\ especies} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

2.3. Índices de diversidad

Para la cuantificación de la biodiversidad en los tres hábitats, se midió la riqueza específica (S) por estación, basada únicamente en el número de especies presentes, sin tener en cuenta el valor de importancia de las mismas. Por lo tanto, Para ello se utilizó el Índice de Diversidad de Margalef (1958):

$$DMg = \frac{S-1}{\ln N} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos

Además, se estimó la dominancia de especies por estación y sitio de estudio. Para ello se utilizó el índice de diversidad de Simpson (1949), el cual mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Toma valores entre 0 y 1, es inverso a la diversidad, ya que valores más cercanos 1, indican una mayor dominancia de ciertas especies y por consiguiente una menor diversidad. Para calcularlo, se utilizaron las siguientes formulas (Simpson, 1949):

$$1 - D \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (\text{Ecuación 5.1.})$$

Donde:

D= Diversidad

n_i = Número de individuos de la especie i

N= Número total de individuos de todas las especies.

La diversidad Alpha (α) por estación se calculó mediante el índice de diversidad de Shannon (1948) (Ecuación 6). Para conocer si existe diferencia significativa en la diversidad de la cobertura vegetal por sitio y estación, se aplicó la prueba t-student ($\alpha \leq 0.05$) mediante la plataforma R Studio (RStudio Team, 2016).

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i * \log N P_i \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

n = Número de especies en el hábitat

P_i = Proporción de individuos identificados de la especie i respecto al total de individuos identificados $\left(\frac{n_i}{N}\right)$

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies en el hábitat

Además, se calculó la diversidad Beta (β), la cual se define como la diversidad entre hábitats, el grado de remplazamiento de especies o el cambio biológico a través de los gradientes ambientales. Los índices de similitud expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad Beta. En este estudio, se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard (Efron, 1992):

$$I_j = \frac{c}{a+b-c} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

a = Número de especies presentes en el sitio 1

b = Número de especies presentes en el sitio 2

c = Número de especies presentes en ambos sitios

El intervalo de valores de este índice va desde 0, cuando no hay especies compartidas entre los hábitats, hasta 1 cuando los dos hábitats tienen la misma composición de especies.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón

El hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, está dominado por matorral desértico rosetófilo (INEGI, 2013). Se identificaron 42 especies vegetales en las cuatro estaciones del año, representadas por 17 familias. Las más importantes fueron Asteraceae (7 spp.), Fabaceae (5 spp.) y Poaceae (5 spp.), 26 de las 42 especies fueron árboles y arbustos, y solo tres herbáceas (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018-2019)			
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)
Árboreas y arbustivas					
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	15.00	7.39	6.60	11.29
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	18.06	10.13	10.8	13.75
Fabaceae	<i>Bauhinia lunarioides</i>	--	--	1.17	8.45
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	--	--	0.92	--
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	--	1.99	3.63	3.19
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	1.14	--	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	36.23	27.15	32.87	41.04
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	9.31	9.97	8.90	4.59
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	--	0.97	--	0.90
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	8.24	4.83	0.84	1.67
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	--	--	--	1.17
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	12.12	5.18	3.75	4.40
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum angustifolium</i>	3.05	1.77	4.33	3.54
Rutaceae	<i>Helietta parvifolia</i>	1.77	--	--	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	27.06	21.69	12.72	17.13
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2.94	3.85	3.20	8.92
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	2.78	0.88	1.47	0.91
Zygophyllaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	--	15.71	8.36	9.22
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	--	38.53	39.75	37.84
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	0.91	--	--	--
Rubiaceae	<i>Randia rhagocarpa</i>	--	--	0.84	--
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i>	11.98	17.37	6.51	11.36
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	25.58	10.28	5.37	12.06
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i>	--	--	1.35	--
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	--	--	0.77	--
Asteraceae	<i>Zinnia acerosa</i>	--	--	2.77	--
Herbáceas					
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i>	--	--	--	7.52
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	16.62	--	3.57	--
Asteraceae	<i>Wedelia texana</i>	--	--	13.92	--
Pastos					
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	--	--	0.75	3.49
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	--	--	12.78	--
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	--	13.66	1.14	--
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	10.50	14.32	4.41	13.23
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	--	7.04	17.10	6.80
Suculentas					
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	38.37	33.76	41.8	34.24
Asparagaceae	<i>Agave scabra</i>	1.00	--	--	1.21
Asparagaceae	<i>Dasyllirion berlandieri</i>	3.55	4.37	3.37	--

Cactaceae	<i>Ferocactus</i> sp.	0.87	--	2.46	0.71
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>	13.68	12.91	13.46	12.37
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	10.58	17.69	6.4	9.86
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	4.74	3.37	4.12	0.72
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	23.94	15.19	17.81	18.42
Total		300	300	300	300

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI) promedio anual, las especies más importantes fueron: *Agave lechuguilla* (37.04% \pm 3.8), *Euphorbia antisiphilitica* (34.32% \pm 5.84), *Lippia graveolens* (29.03% \pm 19.37), *Jatropha dioica* (19.65% \pm 6.15) y *Opuntia microdasys* (18.84% \pm 3.68; Tabla 1.1). Las arbóreas y arbustivas fueron las especies más importantes en el matorral y son la base de la dieta del borrego cimarrón en zonas áridas de México (Tarango *et al.*, 2002; Gastelum, 2014). Lo cual indica los hábitos forrajeros oportunistas de esta especie, ya que consume el forraje en función de su disponibilidad. Las herbáceas que son importantes en la dieta estacional del borrego, no representaron valores importantes del IVI (Figura 1.4). Esto se debe principalmente, a su alto porcentaje de digestibilidad y alto contenido nutricional (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004).

Las principales especies en la dieta del borrego, fueron *Acacia rigidula*, *Croton torreyanus* y *Tiquilia canescens*, que en conjunto representaron el 37.28% de la dieta anual. Durante la evaluación del hábitat solo se registró *Acacia rigidula*, que representó un IVI de 13.18% (\pm 3.61). Los pastos, representaron el mayor IVI en otoño (36.18%). La familia Poaceae, se conformó de cinco especies, sin embargo, sólo *Cenchrus ciliaris* estuvo disponible para el borrego cimarrón durante todo el año (Tabla 1.1). De igual manera, fue la especie de pasto más importante en la dieta anual del borrego cimarrón (4.24%). Además, lo consumió durante las cuatro estaciones del año. *Bouteloua gracilis* y *Paspalum notatum*, no se identificaron en la dieta del borrego cimarrón. De las ocho especies de suculentas, cuatro no se registraron en la dieta del borrego cimarrón: *Agave scabra*, *Dasyilirion berlandieri*, *Ferocactus* sp. y *Hechtia glomerata*.

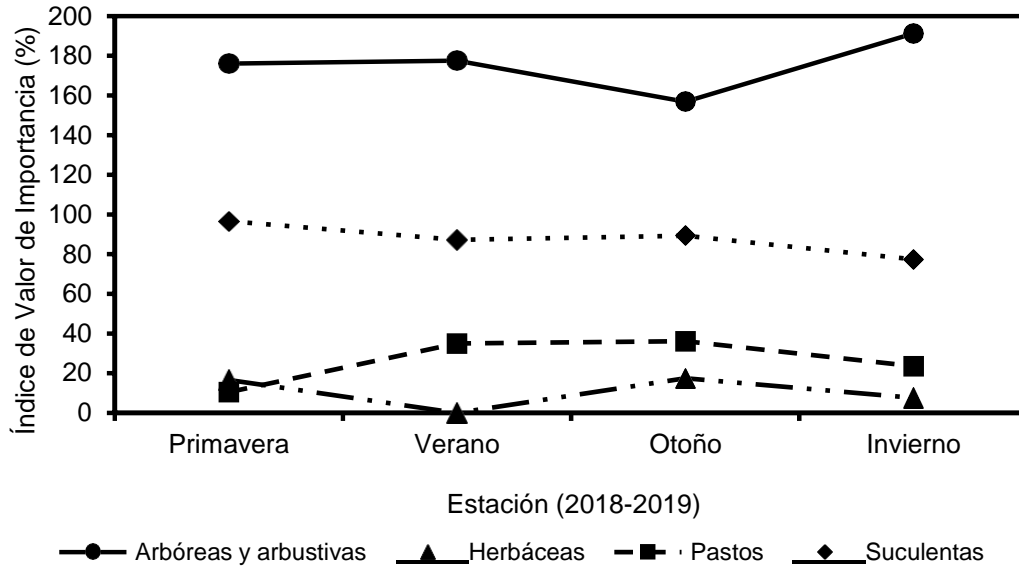


Figura 1.4. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del borrego cimarrón por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Las especies suculentas, se representaron en el matorral por las familias Cactaceae y Asparagaceae (Tabla 1.1). Aunque *Agave lechuguilla* y *Hechtia glomerata*, fueron especies con alto IVI en el matorral, no se consideran especies forrajera importantes para el borrego cimarrón (Tarango *et al.*, 2002). Su importancia para el borrego, es que aportan la fisionomía adecuada para brindar una adecuada cobertura de escape y buena visibilidad para detectar depredadores, los cuales son factores fundamentales para el borrego cimarrón (Tarango, 2000; Escobar *et al.*, 2015).

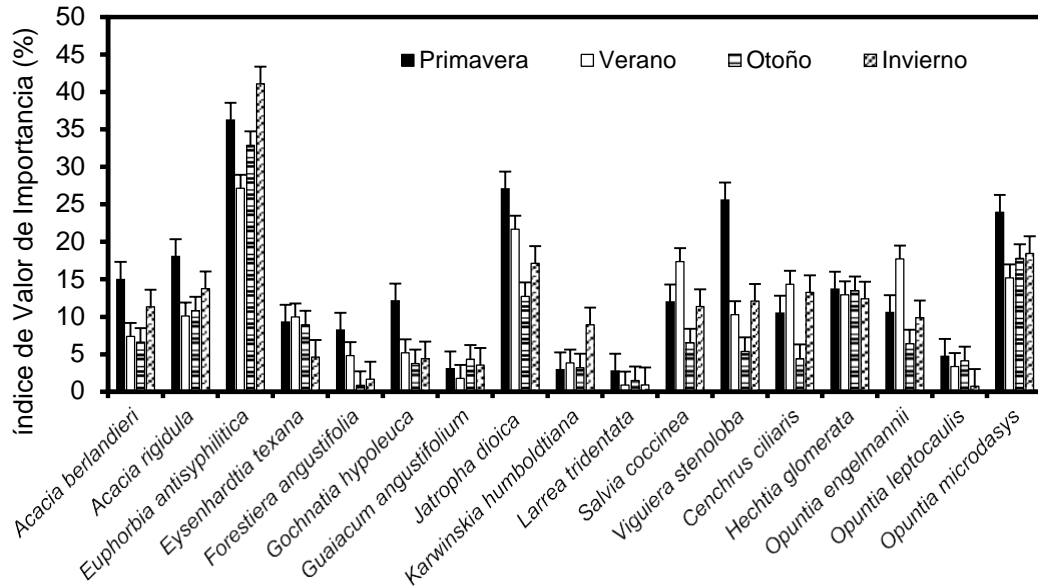


Figura 1.5. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En base a que estuvieron disponibles en el hábitat del borrego cimarrón durante las cuatro estaciones del año, se consideraron 17 especies dominantes dentro del matorral desértico rosetófilo (Figura 1.6). De éstas, solo 10 se identificaron en la dieta del borrego. Las siete especies dominantes que no se encontraron en la dieta fueron: *Acacia berlandieri*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Gochnatia hypoleuca*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Salvia coccinea* y *Viguiera stenoloba*. Es importante mencionar, que además del aporte de alimento, *Acacia berlandieri* y *Gochnatia hypoleuca*, por su altura (≥ 1.5 m) pueden ser importantes para el borrego cimarrón como cobertura térmica.

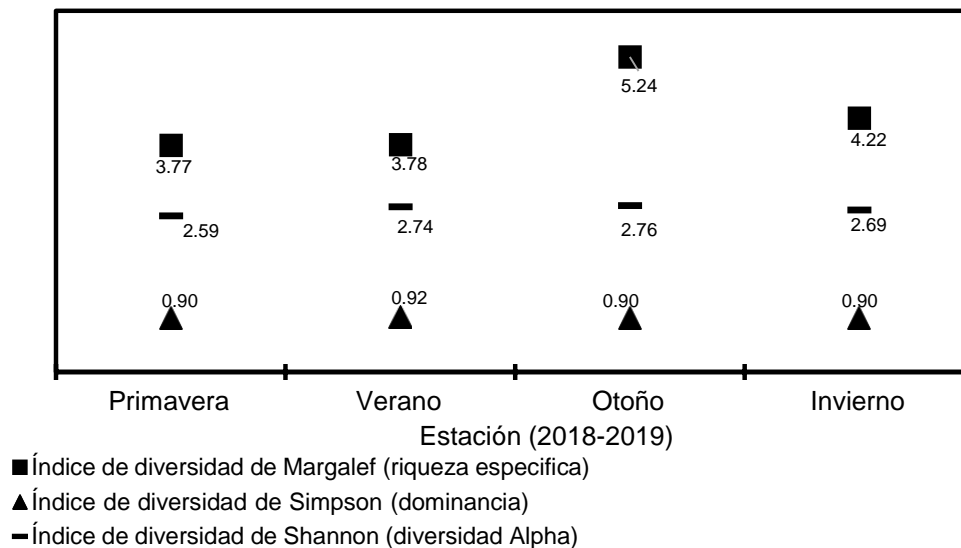


Figura 1.6. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tanto la diversidad y dominancia de especies en el matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego cimarrón, se mantuvieron constantes a lo largo de las cuatro estaciones del año. Sin embargo, la riqueza específica, aumento en otoño e invierno (Figura 1.6). Lo cual coincide con las estaciones del año en que el borrego cimarrón consumió más arbustivas. Además, como se mencionó anteriormente el borrego las consume en función de su disponibilidad (hábitos forrajeros oportunistas). Por el contrario, el borrego consumió más suculentas cuando la riqueza de especies fue menor (primavera y verano). Lo cual indica que son especies forrajeras de emergencia, cuando la riqueza de especies es baja. La diversidad del matorral en primavera, fue significativamente diferente a las otras estaciones del año ($P \leq 0.05$). Fue la estación que presentó la menor diversidad tanto en el hábitat como en la dieta (Figura 1.7). Con excepción de invierno, se observó una tendencia similar en la diversidad de la dieta del borrego cimarrón y la diversidad del forraje en el matorral y no se identificó una diferencia significativa en la prueba de Mann-Whitney ($P \leq 0.05$) (Tabla 1.2). En invierno la diversidad de la dieta aumentó y disminuyó en el hábitat, debido a una mayor selectividad de especies del hábitat (Figura 1.7). Además, coincide con la estación en que aumentó el consumo de herbáceas y arbustivas por el borrego

cimarrón. Esto indica que el borrego aprovecho la presencia y diversidad de hierbas anuales, aun cuando en general la diversidad del matorral no fue relativamente alta (Tarango *et al.*, 2002, Gastelum, 2014).

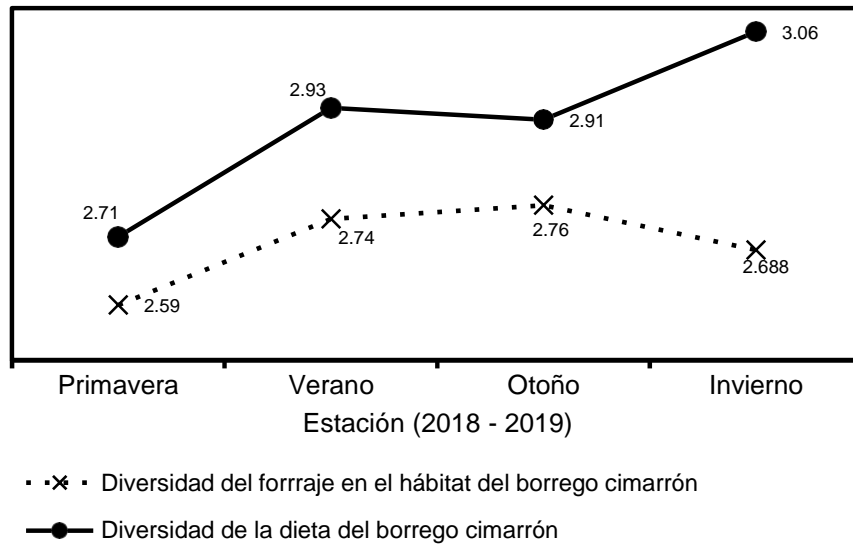


Figura 1.7. Relación entre el índice de diversidad de Shannon (H') del matorral desértico y de la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla 1.2. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera		0.004**	0.003**	0.072*
Verano			NS	NS
Otoño				NS
Invierno				

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo.

En conclusión, el matorral contiene especies dominantes que el borrego utiliza como alimento y son descritos en el Capítulo II. Además, se registraron especies de arbustos bajos que brindan una adecuada cobertura de escape. Aunque la cobertura vegetal es un importante elemento del hábitat, las condiciones topográficas, son el principal factor que limita la presencia y el desarrollo de esta

especie (Valdez y Krausman, 1999). Por ello, se recomienda realizar una caracterización de la topografía utilizada por el borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan.

3.2. Evaluación del hábitat del borrego berberisco

El hábitat del borrego berberisco, está caracterizado por matorral desértico rosetófilo (INGEGI, 2013). El cual, está compuesto por 50 especies de plantas, de las cuales 31 son árboles y arbustos, 9 suculentas, 5 hierbas y 5 pastos. De las 22 familias identificadas, las más comunes fueron Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (5 spp.), Poaceae (5 spp.) y Asparagaceae (4 spp.) (Tabla 1.3). En relación al IVI, tres especies fueron las más importantes: *Hechtia glomerata* (149.10 ±4.92 %), *Agave lechuguilla* (146.22 ±9.23 %) y *Euphorbia antisyphilitica* (137.43 ±7.86 %). Sin embargo, solo *Euphorbia antisyphilitica* se identificó en la dieta anual del borrego berberisco con un porcentaje muy bajo (0.55%). Como se mencionó anteriormente, esta especie está compuesta por un alto contenido de cera, lo cual dificulta su digestibilidad.

Tabla 1.3. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018-2019)			
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)
Árboreas y arbustivas					
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	6.77	10.41	8.11	5.88
Fabaceae	<i>Acacia greggii</i>	--	--	--	1.21
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	28.74	15.92	13.32	17.54
Asteraceae	<i>Brickellia glutinosa</i>	--	--	--	4.13
Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i>	14.77	16.48	--	8.82
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	--	--	0.57	--
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	--	--	0.54	0.55
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	4.37	1.64	--	1.72
Fabaceae	<i>Dermatophyllum secundiflorum</i>	--	--	4.94	--
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	2.79	0.76	--	1.18
Ephedraceae	<i>Ephedra pedunculata</i>	--	--	--	3.29
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	24.04	42.84	33.65	36.90
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	1.70	4.43	4.09	1.78
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	2.98	--	1.49	1.38
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	1.86	0.65	1.68	1.60
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	7.16	0.69	3.29	3.09
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum angustifolium</i>	8.56	5.29	7.28	5.09
Rutaceae	<i>Helietta parvifolia</i>	5.52	--	1.23	0.89
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	9.55	8.08	1.32	3.77
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	14.55	12.79	10.25	11.40
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	3.44	3.14	--	4.63
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	--	--	0.38	2.03

Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	4.43	4.11	1.78	2.26
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	--	13.93	10.56	11.17
Achatocarpaceae	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	--	--	1.25	--
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	7.13	1.48	--	8.08
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i>	7.41	6.15	3.10	3.72
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	3.05	6.96	14.12	5.90
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i>	1.76	--	--	--
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	--	1.08	4.75	--
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	6.50	8.07	7.13	1.59
Herbáceas					
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	--	--	2.37	--
Fabaceae	<i>Dalea greggii</i>	--	--	--	6.47
Convolvulaceae	<i>Dichondra argentea</i>	0.72	--	--	--
Boraginaceae	<i>Heliotropium confertiflorum</i>	--	--	1.24	--
Asteraceae	<i>Wedelia texana</i>	--	--	5.27	--
Pastos					
Poaceae	<i>Bothriochloa laguroides</i>	--	--	4.75	--
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	--	2.28	36.90	1.37
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	--	13.23	14.63	10.16
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	1.88	11.66	0.42	38.58
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	--	8.51	14.83	10.28
Suculentas					
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	49.36	36.34	32.77	27.76
Asparagaceae	<i>Agave scabra</i>	--	--	--	1.65
Asparagaceae	<i>Dasyliirion berlandieri</i>	22.78	6.52	13.20	5.57
Cactaceae	<i>Ferocactus</i> sp.	--	0.91	1.33	1.00
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>	42.38	40.27	31.68	34.78
Cactaceae	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	--	--	0.94	--
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	15.20	12.44	3.56	11.72
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.63	1.07	--	1.07
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	--	1.87	1.26	--
Total		300	300	300	300

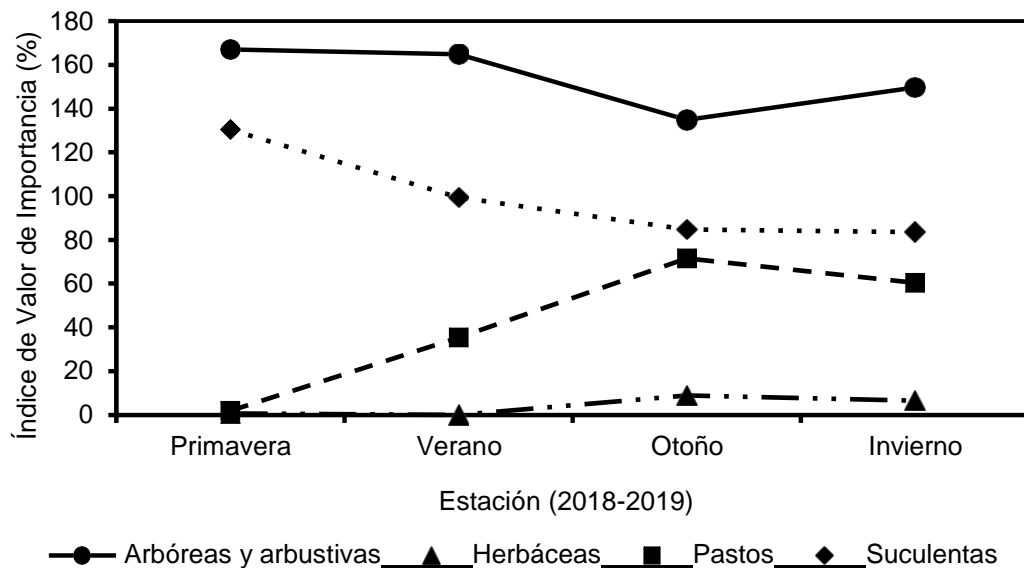


Figura 1.8. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del borrego berberisco por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Las especies arbóreas y arbustivas, predominaron en el hábitat del borrego berberisco durante las cuatro estaciones del año (Figura 1.8). Sin embargo, solo

fueron importantes en la dieta de primavera. Aunque, las herbáceas fueron las especies menos importantes del matorral de acuerdo al IVI, sí predominaron en la dieta del borrego berberisco en verano, otoño e invierno, lo cual indica que selecciona estas especies para su consumo. Por su parte, la presencia de pastos en el hábitat es importante, sobre todo porque se conoce que en su distribución natural, son su principal fuente de alimento (Ben Mimoun y Nouira, 2015).

El hábitat del borrego berberisco cuenta con 18 especies vegetales dominantes, en virtud de que estuvieron presentes en las cuatro estaciones del año, (Figura 1.9). De ellas, 12 especies de plantas se identificaron en la dieta. A pesar de ello, *Tiquilia canescens*, la especie más importante en la dieta anual del borrego berberisco, no se registró durante el trabajo de campo. Esto se debe a que es una hierba anual, que está presente en el hábitat por un período corto de tiempo (Ramírez, 2004).

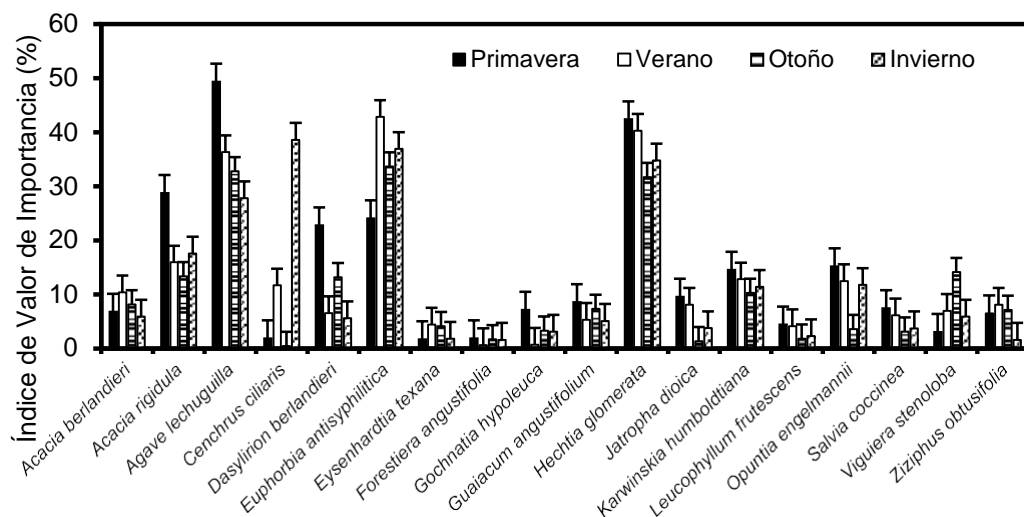


Figura 1.9. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

Aunque las principales especies en el hábitat del borrego berberisco (Figura 1.9), no se consideraron especies forrajeras importantes, sí tienen una importancia en la fisionomía del matorral. Al igual que el borrego cimarrón, es un herbívoro que

requiere de una vegetación arbustiva baja, con el fin de que provea una adecuada visibilidad y terreno de escape. En este sentido, *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata* y *Euphorbia antisiphilitica* cumplen esa función (Figura 1.10).

La riqueza de específica de especies en el hábitat de borrego berberisco, aumento a partir de otoño, pero se mantuvo constante la dominancia y diversidad en todo el año (Figura 1.11). La riqueza de especies fue mayor en todas las estaciones del año en comparación con el hábitat del borrego cimarrón. Sin embargo, la dominancia y la diversidad de especies en el hábitat del borrego berberisco fueron menores. La diversidad de plantas en primavera fue significativamente menor ($P \leq 0.05$) a las demás (Tabla 1.4). La diversidad de la dieta del borrego berberisco coincidió con el aumento en la diversidad de la cobertura vegetal en la estación de otoño.



Figura 1.10. Principales especies en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México. (A) *Agave lechuguilla*, B) *Hechtia glomerata*, C) *Euphorbia antisiphilitica*.

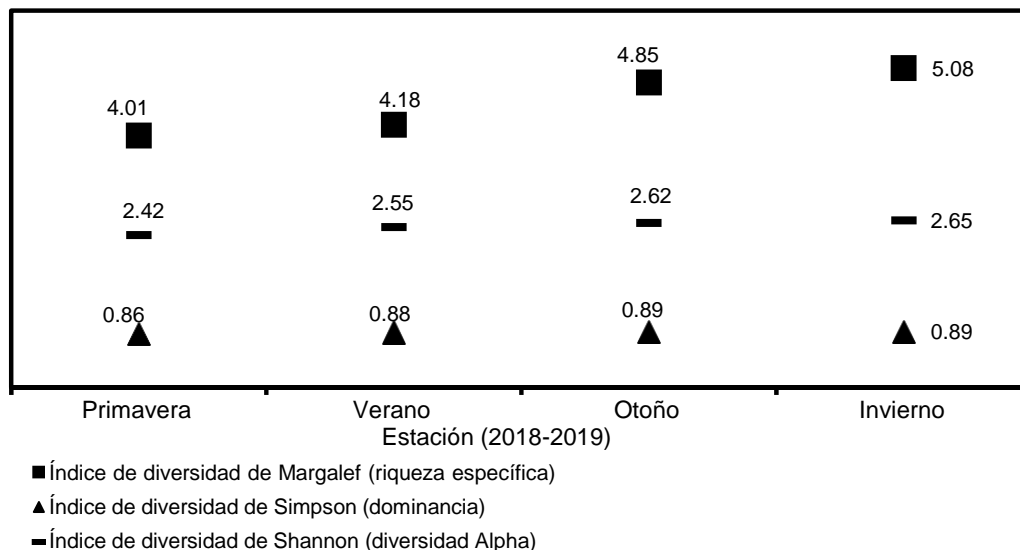


Figura 1.11. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla 1.4. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estación (2018-2019)	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera		0.013*	8.98*e-05***	7.64*e-06***
Verano			NS	0.021*
Otoño				NS
Invierno				

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo.

La caracterización de la cobertura vegetal del hábitat del borrego berberisco, indica que la mayoría de las especies dominantes, son utilizadas como forraje. Además, aunque las herbáceas fueron la forma biológica menos importante dentro del hábitat, sí fueron parte importante de la dieta. Es importante destacar, que en su distribución natural, en regiones montañosas de África, como Argelia, Egipto, Libia, Marruecos, Mauritania, Nigeria y Sudán, el borrego berberisco habita regiones topográficamente accidentadas, con baja y escasa cobertura vegetal (Nowak, 1991; Kingdon, 1997). En comparación, el hábitat del borrego berberisco en la Sierra Las Hormigas, cuenta con una diversidad de plantas compuesta por arbustos, herbáceas, pastos y suculentas, que brindan una dieta

más diversa, por tanto una nutrición que influye en el crecimiento de la población. Además, en su hábitat natural el borrego berberisco está adaptado a una dieta baja en nutrientes, compuesta principalmente de pastos (Ben Mimoun y Noura, 2015). Esto indica que la composición vegetal del matorral desértico, brinda condiciones más óptimas para el desarrollo de las poblaciones del borrego berberisco. Aunado a ello, el borrego no cuenta con competidores por forraje.

3.3. Evaluación del hábitat del venado cola blanca

El hábitat del venado cola blanca, se caracterizó por la presencia de matorral desértico micrófilo (INEGI, 2013). Se registró un total de 42 especies de plantas representadas por 21 familias. Las familias Poaceae (7 spp.), Asteraceae (6 spp.), Fabaceae (5 spp.) y Cactaceae (4 spp.) fueron las más comunes (Tabla 1.5). Algunas especies registradas en este estudio son reportadas previamente en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México, por ejemplo; *Acacia rigidula*, *Acacia berlandieri*, *Calliandra conferta*, *Celtis pallida*, *Dyospiros texana*, *Forestiera angustifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia engelmannii* y *Prosopis glandulosa*, entre las principales (Ramírez, 2004). Sin embargo, se consideran decrecientes, debido a que disminuyen su disponibilidad en función del ramoneo (Dyksterhuis, 1948, Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez 2004). Particularmente, *Acacia berlandieri* y *Acacia rigidula* son plantas forrajeras importantes para el venado cola blanca. Ramírez *et al.* (1996) encontraron que en el noreste de México estas dos especies, llegan a constituir el 75% de la dieta anual del venado. En el presente, representaron el 8.97% de la dieta del venado.

Por otro lado, en zonas áridas y semiáridas, la presencia del venado cola blanca está condicionada por la disponibilidad de especies suculentas, que funcionan como plantas amortiguadoras durante la época de sequía (Gallina y Bello, 2010). En este sentido, *Opuntia engelmannii* se identificó como especie dominante dentro del matorral, y se observaron evidencias de ramoneo por venados. Es una planta forrajera importante para el venado cola blanca en el noreste de México y sur de Texas, por su alto contenido de agua (90%), importante en la formación y

producción de leche para las crías (Ramírez *et al.*, 2000). Otras suculentas como *Agave lechuguilla*, *Agave scabra*, *Hechtia glomerata*, *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia microdasys*, se identificaron en el matorral. De ellas, solo las del género *Opuntia*, se identificaron en la dieta del venado.

Tabla 1.5. Índice de Valor de Importancia por familia, especie y forma biológica en el matorral desértico utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018-2019)			
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)
Árbóreas y arbustivas					
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	7.13	12.25	2.48	1.77
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	19.39	14.58	2.39	6.02
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	2.68	4.9	3.39	1.21
Asteraceae	<i>Brickellia glutinosa</i>	-	-	-	2.27
Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i>	15.09	8.97	-	-
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	-	-	-	1.17
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	1.44	0.97	1.14	1.44
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	1.61	-	-	-
Ephedraceae	<i>Ephedra pedunculata</i>	35.4	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	17.39	23.8	12.94	9.53
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	-	17.87	20.13	31.92
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	11.01	1.34	0.9	1.38
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	1.03	-	1.91	-
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	14.93	4.63	7.13	8.09
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	20.24	9.55	9.96	18.62
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	7.55	4.2	1.94	1.14
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	-	-	-	2.4
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	-	-	1.1	-
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	4.61	2.23	1.72	2.36
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	-	10.72	19.1	9.05
Achatocarpaceae	<i>Phaulothamnus spinescens</i>	-	-	1.71	-
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	14.64	10.96	7.99	12.79
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i>	-	1.48	-	-
Apocynaceae	<i>Telosiphonia macrosiphon</i>	-	-	-	2.67
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i>	-	-	1.17	-
Herbáceas					
Fabaceae	<i>Dalea greggii</i>	5.93	-	-	-
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	1.32	-	-	-
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	-	-	8.7	-
Asteraceae	<i>Wedelia texana</i>	-	-	2.55	-
Pastos					
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	-	-	1.87	-
Poaceae	<i>Bothriochloa laguroides</i>	-	-	3.29	-
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	2.22	-	8.22	2.08
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	-	29.78	22.99	-
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	10.68	1.02	7.66	107
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	-	62.02	86.59	-
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i>	-	12.41	9.48	7.03
Suculentas					
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	59.78	35.31	27.99	29.66
Agavaceae	<i>Agave scabra</i>	7.53	4.26	3.38	8.73
Cactaceae	<i>Ferocactus</i> sp.	1.43	5.85	-	0.99
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i>	1.12	2.79	1.69	-
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	25.23	15.16	13.08	23.62
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	9.19	1.92	5.43	7.06
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	1.46	1.03	-	-
	Total	300	300	300	300

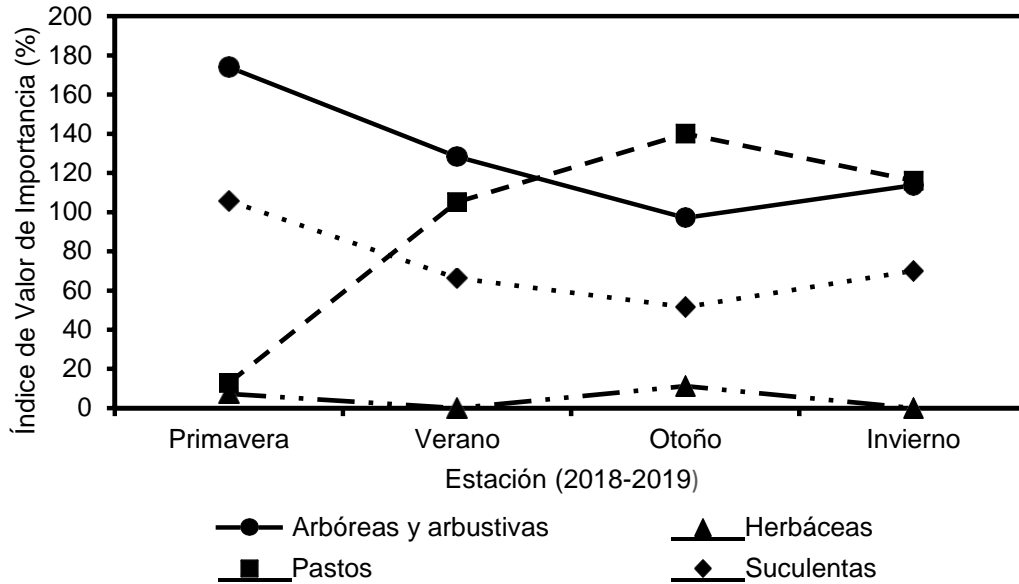


Figura 1.12. Índice de Valor de Importancia de especies vegetales en el hábitat del venado cola blanca por forma biológica y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Durante primavera y verano, predominaron las arbóreas y arbustivas en el hábitat del venado (Figura 1.12). La presencia de estas especies, representa la base de la dieta del venado cola blanca en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004). Por ejemplo, en Texas, EUA, el aumento en las poblaciones de venado cola blanca en el siglo XX, se atribuyó al aumento en la disponibilidad de arbustivas (Taylor y Hahn, 1947). Además, se ha reportado que árboles y arbustos representan la mayor parte de la dieta del venado (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004; Arceo *et al.*, 2005). La alta disponibilidad de arbustivas en primavera y verano, indica que durante la época de parto (julio y agosto) los venados cuentan con una adecuada disponibilidad de arbustivas para su consumo. Además, los venados prefieren espacios abiertos casi sin arbustos, en donde predominan especies de pastos y herbáceas (*e.g. Lippia graveolens, Paspalum notatum y Parthenium hysterophorus*) como sitios de alimentación (Stewart *et al.*, 2000). Scarnecchia *et al.* (1988), indican que estos sitios son fundamentales en el hábitat de alimentación nocturna.

Los pastos predominaron durante otoño e invierno (Figura 1.12). Esto es importante, ya que los manchones de pastos aportan cobertura térmica durante los meses de bajas temperaturas. En este sentido, se identificó que el venado utilizó manchones de *Cenchrus ciliaris* con una altura promedio de 50 cm (± 13.41), como sitios de descanso y cobertura, principalmente en invierno. Además, se reporta que los venados consumen gramíneas en ausencia de especies forrajeras preferidas (Ramírez, 2004). Los pastos en este estudio, aportaron el 15.72% de la dieta anual del venado, lo cual puede indicar una competencia intraespecífica debido a una densidad alta. Aunque las herbáceas, no representaron un alto IVI en ninguna de las cuatro estaciones (Figura 1.12), sí fueron importantes en la dieta anual del venado (16.06%).

En relación a su disponibilidad en las cuatro estaciones del año, el hábitat del venado cola blanca, presentó 16 especies dominantes (Figura 1.13). De ellas, únicamente *Agave lechuguilla*, *Agave scabra* y *Celtis pallida*, no se identificaron en la dieta del venado cola blanca. La diversidad de plantas es un importante componente del hábitat para la nutrición del venado cola blanca (Fulbright y Ortega, 2006). Una alta diversidad de plantas, ocasiona mayor estabilidad y flexibilidad del sistema para tolerar fenómenos tales como sequía, y proporciona una dieta de mayor valor nutricional para el venado (Ramírez, 2004). El índice de diversidad de Shannon, indica que la mayor diversidad de plantas se presentó en primavera (2.50) y la menor en invierno (1.86) (Figura 1.14). Con excepción de primavera y verano, se encontró una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la diversidad (Tabla 1.6). Mantener una diversidad de plantas relativamente alta es fundamental para la nutrición del venado, ya que ésta es más importante que la abundancia de plantas que se consideran de mayor preferencia, esto se debe a que no existe una sola planta que cubra todos los requerimientos nutricionales del venado durante todo el año (Fulbright y Ortega, 2006; Aguiar *et al.*, 2011). Un estudio realizado en Minnesota, EUA, demostró que los venados cola blanca con una dieta más diversa mantienen un nivel nutricional adecuado de forma constante (DelGiudice *et al.*, 1989).

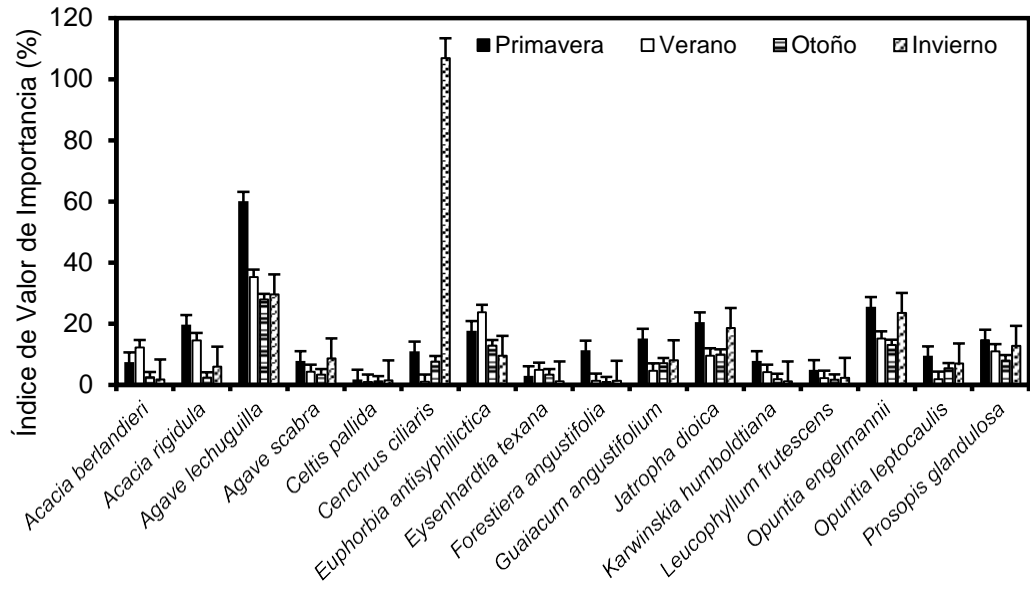


Figura 1.13. Valores del Índice de Valor de Importancia de las especies dominantes en el hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

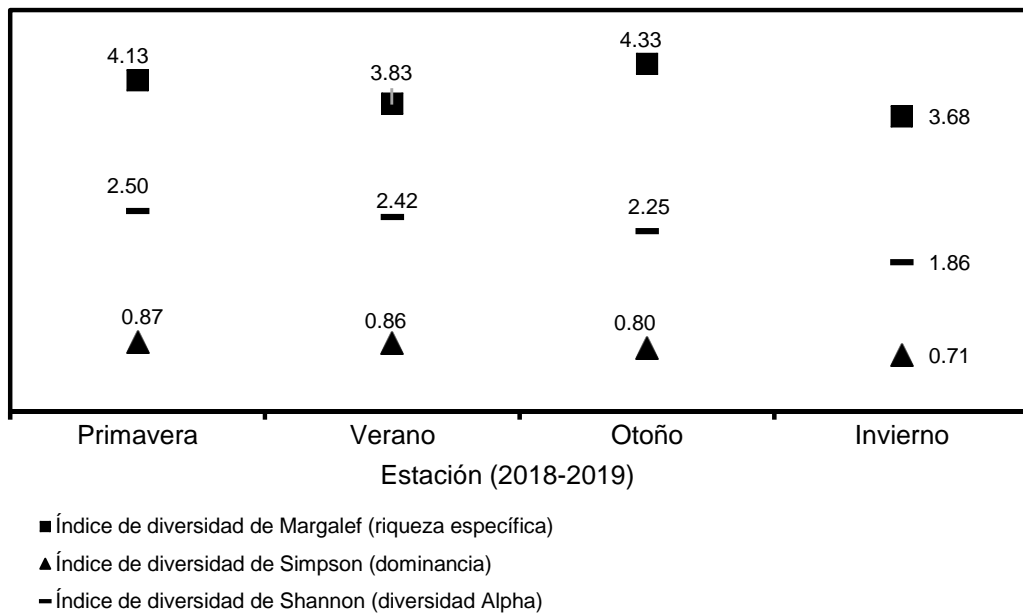


Figura 1.14. Variación estacional en la diversidad del matorral desértico micrófilo utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla 1.6. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad estacional del matorral desértico micrófilo utilizado por el venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera		NS	0.036*	3.354*e ^{-11***}
Verano			0.005**	1.442*e ^{-15***}
Otoño				2.457*e ^{-8***}
Invierno				

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo

3.4. Diversidad beta (β)

La diversidad beta, se expresó como la magnitud de cambio en la composición de las comunidades o el grado de diferenciación entre comunidades, en relación con un gradiente ambiental complejo o patrones ambientales (Whittaker, 1960). En este sentido, el hábitat de las tres especies presenta un alto coeficiente de similitud ($I_j \geq 0.60$), lo cual indica que el remplazo de especies entre ellas es muy bajo y por ende su diversidad beta. La composición del matorral desértico rosetófilo utilizado por el borrego berberisco, presentó una alta similitud con el del borrego cimarrón ($I_j=0.61$) y venado cola blanca ($I_j=0.63$). Considerando la gran capacidad de adaptación del borrego berberisco a una gran diversidad de diferentes tipos de vegetación, estos resultados podrían indicar que las poblaciones de este herbívoro podrían ocupar y expandirse hacia los hábitats ocupados por especies nativas como el borrego cimarrón, venado cola blanca y otros herbívoros del noreste de México. Además, debido a que los estudios sobre competencia entre el borrego berberisco y especies nativas del norte de México, son muy pocos, se recomienda que las poblaciones de estas tres especies continúen aisladas, además de continuar esta línea de investigación en poblaciones simpátricas de borrego cimarrón y borrego berberisco, con el fin de poder determinar los atributos del hábitat que pueden ser fuente de competencia.

CAPÍTULO II

DIVERSIDAD Y SELECCIÓN DE LA DIETA DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO

RESUMEN

La selección del forraje por los herbívoros es el resultado de la variación en la disponibilidad y calidad del alimento. Aunque en México y Estados Unidos, se han estudiado los hábitos alimentarios del borrego cimarrón y venado cola blanca, en México no existe ningún estudio sobre la similitud de la dieta de estas dos especies con el borrego berberisco, el cual es una especie exótica en el noreste de México. Por ello, el objetivo del presente fue identificar la composición, diversidad y la selección de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México de octubre 2018 a agosto 2019. Se utilizó la técnica microhistológica en 840 muestras fecales, las cuales se recolectaron en las cuatro estaciones del año y un catálogo fotográfico de estructuras celulares vegetales. La composición de la dieta estacional de las tres especies, se expresó en frecuencia relativa de arbóreas y arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas. Se estimó la diversidad de las dietas mediante el índice de Shannon, su similitud estacional con el coeficiente de Kulczynski y la selectividad del forraje con el índice de Ivlev por especie. La dieta del borrego cimarrón se compuso de 49 especies, incluidas en 20 familias. La dieta anual se compuso de arbóreas y arbustivas (38.21%), herbáceas (31.82%), pastos (15.83%) y suculentas (14.15%), y la diversidad vario de 2.71 en primavera a 3.06 en invierno. Mientras que la dieta del borrego berberisco, se conformó de 64 especies vegetales y 21 familias, las arbóreas y arbustivas (36.02%), herbáceas (29.83%), pastos (22.40%) y suculentas (11.76%) representaron la dieta anual. La diversidad de la dieta del borrego berberisco fue mayor en otoño (3.05) y menor en verano (2.74). Por su parte la dieta del venado cola blanca, estuvo representada por 49 especies de plantas y 20 familias. Arbóreas y arbustivas (49.84%), suculentas (18.38%), herbáceas (16.02%) y pastos (15.72%), compusieron la dieta anual. Además, su diversidad aumento de primavera a otoño, y disminuyó en invierno. *Acacia rigidula*, fue una especie básica en la dieta de los tres herbívoros. Ninguna de las dietas de los tres herbívoros, se relacionó con la diversidad del forraje en el hábitat. Se observó un alto grado de similitud en la dieta de las tres especies, en particular, en la del borrego cimarrón con las otras dos especies (78%). Los resultados del presente, indican que el borrego berberisco consumió un mayor número de especies, aunque se observó una alta similitud en las dietas, es recomendable replicar este estudio en zonas donde las tres especies comparten el hábitat, para comprobar si existe una competencia alimentaria entre ellas.

Palabras clave: *Acacia rigidula*, arbóreas, arbustivas, índice de Ivlév, muestra fecal, técnica microhistológica.

1. INTRODUCCIÓN

Cada tipo de alimento en el hábitat contiene diferentes valores nutricionales y una disponibilidad que varía en función de factores como la estación del año y la intensidad de ramoneo (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004). Los herbívoros silvestres, seleccionan el forraje en función de estos factores y desempeñan un papel importante en la dinámica de la vegetación y en el ciclo de nutrientes en el hábitat (Ramírez *et al.*, 2000). El conocimiento sobre la composición de la dieta de una especie, es fundamental para el manejo adecuado de su hábitat (Gallina y Bello, 2010). En el noreste de México, se distribuyen algunas especies de grandes herbívoros rumiantes importantes desde el punto de vista económico y ecológico. El más importante es el venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) (Villarreal *et al.*, 2014). Es un herbívoro, que debido a limitaciones de la capacidad del tracto digestivo, se alimenta de hojas y rebrotes nuevos de arbustos, con mayor contenido de proteína y altamente digestibles (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004). Estudios de dieta en México y Estados Unidos de América (EUA), indican que los venados prefieren herbáceas y arbustos sobre los pastos (Wheaton y Brown, 1983; Stewart *et al.*, 2000; Ramírez, 2004; Navarro *et al.*, 2018).

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), hasta la segunda mitad del siglo XIX, habitaba los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León (Jones, 1980), sin embargo, la cacería ilegal, la destrucción del hábitat y la competencia con especies domésticas, restringieron su distribución al estado de Sonora; por ello, se han realizado repoblaciones en Coahuila (Jones, 1980; Espinosa *et al.*, 2006). Actualmente, está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría Sujeta a Protección Especial (D.O.F., 2010). A diferencia del venado cola blanca, el borrego cimarrón es capaz de digerir de forma más eficiente los pastos (Tarango *et al.*, 2002). Sin embargo, el consumo de arbustos

y herbáceas, también es importante en su dieta (Perry *et al.*, 1987; Miller y Gaud, 1989; Tarango *et al.*, 2002; McKinney y Smith, 2007).

Aunque se han realizado repoblaciones exitosas de borrego cimarrón en el noreste de México (e.g. en Sierra Maderas del Carmen) y las poblaciones de venado cola blanca continúan en aumento, la presencia de especies exóticas en vida libre como el borrego berberisco (*Ammotragus lervia*), representan una fuente de competencia por alimento, en especial con el borrego cimarrón, con el cual comparte requerimientos de hábitat, sobre todo en la elección del tipo de hábitat y alimento (Nowak, 1991; Tarango *et al.*, 2002). Por ello, en el presente estudio se identificó la diversidad y similitud de la dieta anual y estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en un matorral desértico en el noreste de Coahuila.

Los resultados de este estudio, indican el grado de similitud en la composición y diversidad de la dieta entre estas tres especies, lo cual puede ser reflejo de competencia interespecífica por alimento. Además, representa el primer estudio sobre hábitos alimentarios del borrego berberisco en México. Por lo tanto, esta información es útil para los programas de manejo del borrego cimarrón y venado cola blanca del noreste de México, que involucren la presencia de poblaciones de borrego berberisco como una atenuante.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

En el Capítulo I se describe la ubicación, y características físicas y biológicas, del área de estudio.

2.2. Análisis de la composición y diversidad de la dieta

Para identificar la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca, se utilizó la técnica microhistológica, la cual

consiste en identificar y cuantificar estructuras celulares vegetales en muestras fecales, estomacales o esofágicas (Sparks y Malechek, 1968; Peña y Habib, 1980; Holechek *et al.*, 1982) (Figura 2.1). Para ello, se recolectaron muestras fecales frescas en las cuatro estaciones del año: otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019) (Figura 2.2). En total se recolectaron 840 grupos fecales (70 por especie en cada estación). Las muestras se colocaron en bolsas de papel, se etiquetaron y se secaron en horno INOX. 120VAC. de 60HZ. a 75°C; por último, se molieron en molino Wiley usando una criba no. 10 (1.70 mm de apertura de malla). Posteriormente, se tomó una muestra compuesta por estación y especie, y se aclararon con hipoclorito de sodio, posteriormente fueron montadas en portaobjetos de acuerdo a como lo describen Sparks y Malechek (1968). En total se montaron 60 laminillas (5 por especie y por cada estación) y observaron 1,200 campos al microscopio (20 por laminilla), con objetivo 10X y lente ocular 10X. En donde se identificaron y contabilizaron los fragmentos celulares.

Por otro lado, durante las cuatro estaciones del año se realizó la recolecta de muestras vegetales, las cuales se colocaron en prensa botánica e identificaron a nivel familia, especie y forma biológica (arbustivas y arbóreas, herbáceas, pastos y suculentas). Las muestras de plantas, se trataron en laboratorio de la misma manera que las muestras fecales. Utilizando un microscopio óptico compuesto equipado con cámara fotográfica, se realizó una colección fotográfica de estructuras celulares características de cada especie (Figura 1.5). Las fotografías se integraron en un catálogo de referencia de 130 especies.

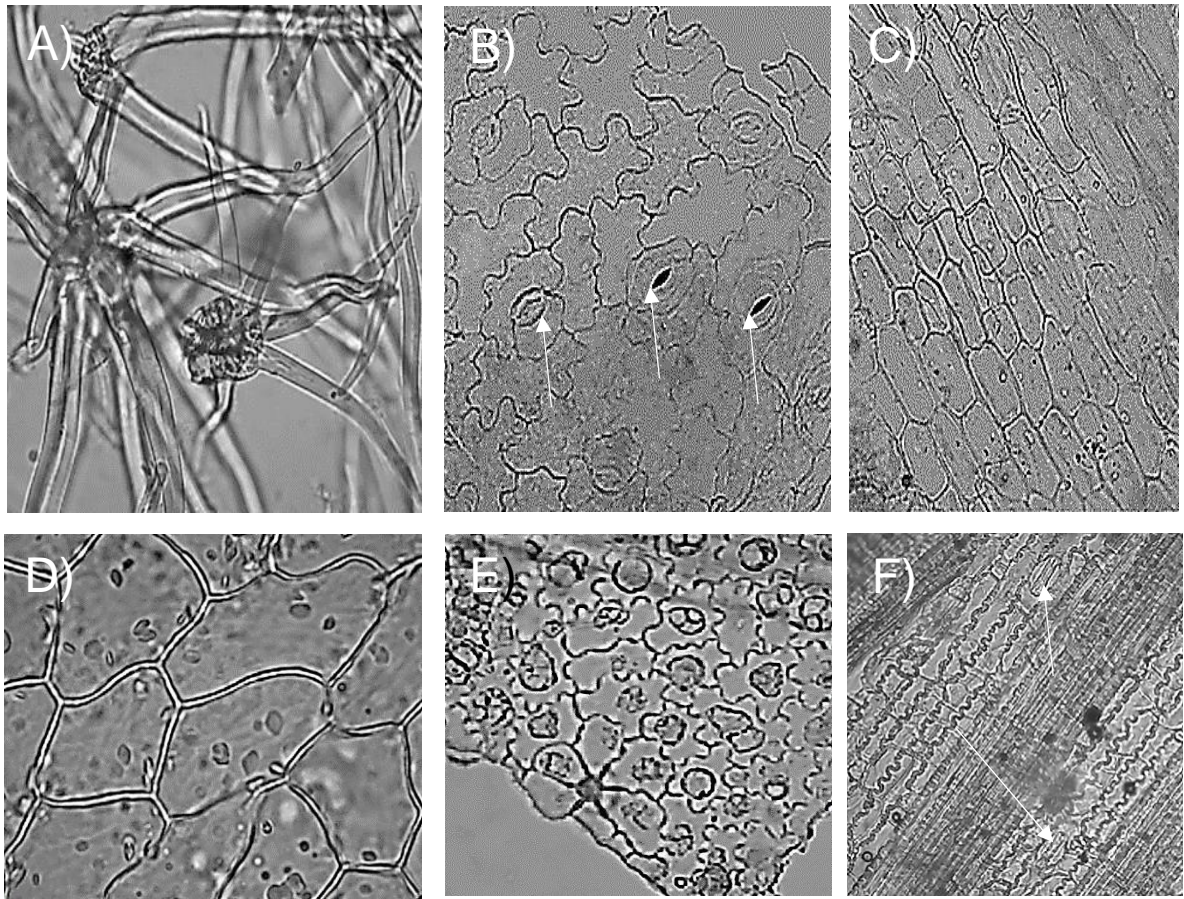


Figura 2.1. Estructuras celulares de algunas plantas utilizadas para identificar la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México. A) Tricomas de *Croton dioicus*; B) epidermis y estomas de *Chamaecrista greggii*; C) epidermis de *Fouquieria splendens*; D) epidermis de *Acacia berlandieri*; E) epidermis de *Diospyros texana*; F) epidermis y estomas de *Bothriochloa saccharoides*.



Figura 4. Sitio de recolecta de muestras fecales: se seleccionaron zonas con mayor actividad de los herbívoros, como echaderos, cuevas o senderos.

2.3. Análisis numérico

La composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca por estación del año, se expresó en frecuencia relativa (%) mediante el cuadro de Fracker y Brischle (1944). Del mismo modo, se identificó la diversidad de las dietas por estación y especie, utilizando el índice de diversidad de Shannon (1948):

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i * \log N P_i \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

n = Número de especies en la dieta

P_i = Proporción de fragmentos identificados de la especie i respecto al total de fragmentos identificados $\left(\frac{n_i}{N}\right)$

n_i = Número de fragmentos de la especie i

N = Número de todos los fragmentos de todas las especies en la dieta

Para conocer si existe diferencia significativa en la diversidad de la dieta por estación, se aplicó la prueba t-student ($\alpha \leq 0.05$) mediante la plataforma R Studio (RStudio Team, 2016).

La selección del forraje, se estimó de acuerdo a dos análisis. El primero, mediante el índice de selectividad de Ivlev (1961):

$$Ei = \frac{[r(i)-p(i)]}{[r(i)+p(i)]} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

Ei = Índice de selectividad del forraje

$r(i)$ = Frecuencia relativa de la especie i en la dieta

$p(i)$ = Frecuencia relativa de la especie i en el hábitat

Los valores de selección de Ivlev fluctúan entre -1 (que implica rechazo o selección negativa por un alimento) y 1 (que implica preferencia o selección positiva), mientras que un valor de 0 supone un consumo de alimento aleatorio (al azar o en proporción a su disponibilidad). Stuth (1991), clasifica los valores del índice de selectividad de Ivlev de la siguiente manera:

Tabla 2.1. Categorización de los valores del índice de selectividad de Ivlev.

Simbología	Rango de valores	Significado
S	> 0.35	Plantas preferidas
P	-0.35 a 0.35	Plantas seleccionadas en proporción a su disponibilidad (aleatoriamente)
E	< - 0.35	Plantas evitadas

En segundo lugar, a partir de la prueba X^2 ($\alpha \leq 0.05$) se evaluó las diferencias significativas entre el uso esperado de cada tipo de vegetación (basado en el porcentaje de disponibilidad) y uso observado (porcentaje de consumo) (Byers *et al.*, 1984).

La competencia por alimento entre las tres especies, se expresó como el grado de similitud en la composición de sus dietas por estación. Valor de 0 indica que las dietas son completamente diferentes, mientras que un valor de 1, indica que las dietas son iguales. Para ello, se realizó un análisis clúster, mediante una matriz y dendograma de similitud basado en el índice de Kulczynski (1928):

$$IS = \left(\frac{\sum(2w)}{\sum(a+b)} \right) * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

w = Porcentaje menor de la especie i al comparar la composición de la dieta entre dos especies.

$a+b$ = Suma de los porcentajes menores de cada especie en la dieta

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la dieta del borrego cimarrón

3.1.1. Composición de la dieta del borrego cimarrón

La dieta del borrego cimarrón se compuso de 49 especies, incluidas en 20 familias. Las más representativas fueron Poaceae y Fabaceae, con 11 y 9 especies, respectivamente (Tabla 2.2). La dieta anual se compuso de arbóreas y arbustivas (38.21%), herbáceas (31.82%), pastos (15.83%) y suculentas (14.15%). El ramoneo de árboles y arbustos, predominó en la dieta durante las cuatro estaciones del año (24 spp.). Con excepción de primavera, los árboles y arbustos, fueron las principales especies en la dieta estacional (Figura 2.3). Estos resultados, coinciden con estudios realizados en matorrales desérticos del noroeste de México. Tarango *et al.* (2002), reportan un porcentaje de 46% de arbustivas en la dieta del borrego cimarrón en Sierra El Viejo, Sonora. Mientras que O’Farril (2003), en la Isla del Tiburón, Sonora, reporta un 90% de arbustivas. En la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, el borrego consumió 38% de arbustos (Martínez y Galindo, 2001). De igual manera, Gastelum (2014) encontró

valores de 21.3% de arbustivas en la dieta del borrego cimarrón en la Sierra Noche Buena, Sonora.

Las hierbas son un importante componente de la dieta del borrego cimarrón en zonas áridas (Tarango *et al.*, 2002; Gastelum, 2014). Sin embargo, en el noreste de México, son particularmente escasas (Ramírez, 2004). Esto se debe a que las hierbas anuales son altamente dependientes de la humedad del suelo, por lo que generalmente están presentes en periodos cortos de tiempo durante el verano y otoño. Los inviernos no muy fríos, con adecuada humedad también resultan con una buena disponibilidad de hierbas (Ramírez, 1989). Aun así, las herbáceas fueron especies importantes en la dieta del borrego cimarrón (Figura 2.3). De igual forma, en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur y Sierra El Viejo, Sonora, se reporta que las herbáceas constituyeron aproximadamente la tercera parte de la dieta anual del borrego (González *et al.*, 2000; Tarango *et al.*, 2002). Gastelum (2014), reporta en la Sierra Noche Buena, Sonora, que las herbáceas fueron las principales especies en la dieta del borrego cimarrón. Sin embargo, en regiones de Nuevo México, como Big Hatchet y Peloncillo, el consumo de herbáceas no fue alto (19 y 21%, respectivamente) (Watts, 1979; Elenowitz, 1983). Las herbáceas tampoco fueron importantes en la dieta del borrego cimarrón en Elephant Mountain, Texas (15%) (Brewer, 2001). El consumo de herbáceas es importante para el borrego, ya que aunque están disponibles por poco tiempo después de la época húmeda, son una fuente importante de nutrientes y son altamente digestibles por su bajo contenido de lignina (Ramírez, 2004).

Tabla 2.2. Composición de la dieta estacional del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018 – 2019)				Promedio (%)
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)	
Árbóreas y arbustivas						
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	0.00	0.00	1.52	0.43	0.49
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	10.99	4.69	10.84	8.04	8.64
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	0.26	0.00	3.42	2.17	1.46
Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	0.00	0.00	1.90	0.22	0.53
Pteridaceae	<i>Astrolopsis integrifolia</i>	4.19	1.23	1.33	0.43	1.80
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	0.00	0.00	0.00	0.65	0.16
Fabaceae	<i>Chamaecrista greggii</i>	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Cordiaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	0.26	0.25	0.38	0.00	0.22
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	0.00	0.00	0.19	0.00	0.05
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>	7.33	11.11	11.22	13.91	10.89

Ephedraceae	<i>Ephedra antisiphilitica</i>	0.00	0.99	0.00	2.61	0.90
Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	0.00	1.98	0.00	0.00	0.49
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	4.71	2.22	0.00	1.09	2.01
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	0.26	0.25	0.00	0.22	0.18
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	2.36	0.99	0.38	1.74	1.37
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.00	0.25	0.00	0.00	0.06
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	0.00	0.00	2.17	0.54
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	0.00	0.25	0.00	1.09	0.33
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.00	0.74	0.00	0.65	0.35
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.00	3.70	3.42	0.43	1.89
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	0.00	0.99	0.00	0.00	0.25
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	1.57	1.23	3.99	2.83	2.41
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	0.00	0.99	2.09	1.30	1.10
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.00	3.70	2.47	1.96	2.03
Herbáceas						
Malvaceae	<i>Abutilon wrightii</i>	0.00	0.00	5.70	2.61	2.08
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	1.05	2.22	0.19	0.87	1.08
Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	1.31	0.00	1.14	1.52	0.99
Fabaceae	<i>Dalea aurea</i>	1.31	0.49	0.38	0.65	0.71
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	1.31	0.99	0.38	1.30	1.00
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	7.85	5.19	5.89	7.83	6.69
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	0.00	0.99	1.33	2.83	1.29
Asteraceae	<i>Parthenium hysteropus</i>	0.79	0.00	0.00	0.00	
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.00	0.00	0.19	0.00	0.05
Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	19.11	17.78	16.92	17.17	17.75
Pastos						
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	0.26	0.25	0.00	1.30	0.45
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	1.31	0.25	2.28	1.52	1.34
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.00	0.49	3.04	1.96	1.37
Poaceae	<i>Bouteloua eriopoda</i>	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.26	1.48	1.52	1.30	1.14
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	4.97	2.22	4.75	5.00	4.24
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	2.62	1.23	0.19	1.09	1.28
Poaceae	<i>Erioneuron pulchellum</i>	9.42	5.68	1.33	0.22	4.16
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	0.79	0.99	3.23	0.65	1.41
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	0.26	0.99	0.00	0.00	0.31
Poaceae	<i>Setaria leucophylla</i>	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Suculentas						
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	1.23	0.00	0.87	0.53
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	9.95	14.57	7.03	5.87	9.35
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.05	2.96	1.14	2.17	1.83
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	4.45	4.44	0.19	0.65	2.43
Total		100	100	100	100	100

Los pastos son una fuente de alimento importante para el borrego cimarrón, ya que a diferencia del venado cola blanca, puede digerir eficientemente los pastos maduros debido a su anatomía digestiva (Hanley, 1982). En primavera, el borrego consume rebrotes nuevos de pastos altamente digestibles (Ramírez, 2004). Estudios de dieta con poblaciones de *O. c. mexicana* en el suroeste de Estados Unidos, indican una preferencia por el consumo de pastos; Sandoval (1979), reporta un 42% de pastos en la dieta en la región de San Andrés, Nuevo México; Watts (1979), encontró que el borrego consumió 46% de pastos en Big Hatchet, Nuevo México. En Peloncillo, Nuevo México, Elenowitz (1983) identificó un 68% de pastos en la dieta. En Elephant Mountain, Texas, el borrego consumió 52% de pastos (Brewer, 2001). De igual manera en San Gabriel y Death Valley, California, el consumo de pastos fue alto (60 y 56%, respectivamente) (Ginnet y Douglas, 1982; Perry *et al.*, 1987).

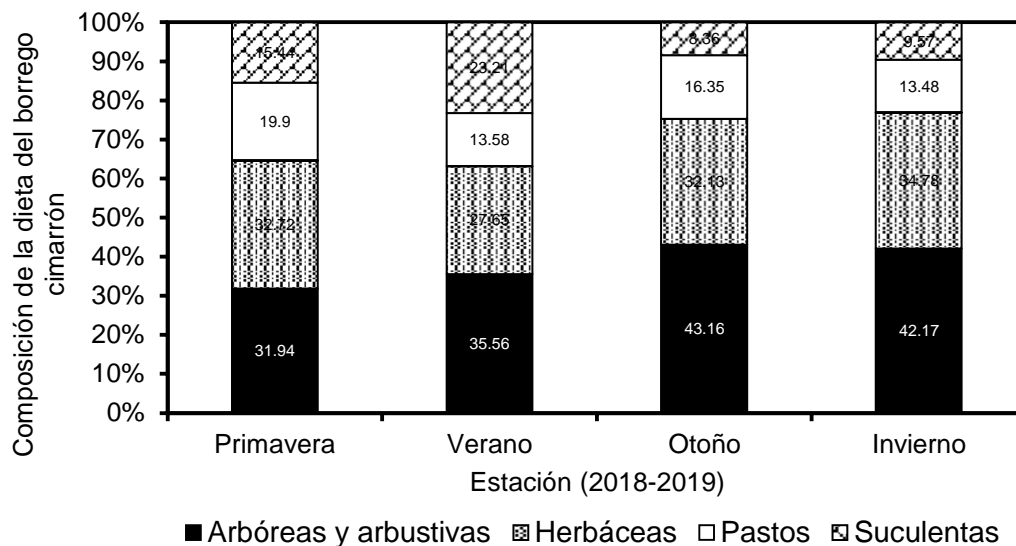


Figura 2.3. Composición de la dieta del borrego cimarrón por forma biológica y estación del año en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Las especies suculentas, especialmente nopales del género *Opuntia*, son particularmente importantes en la dieta de herbívoros silvestres en zonas áridas y semiáridas del norte de México, ya que representan una fuente importante de agua y tienen un alto porcentaje de digestibilidad (Ramírez, 2004; Espino-Barros y Fuentes, 2005). En el presente, las especies suculentas en la dieta del borrego cimarrón, estuvieron representadas por *Opuntia engelmannii*, *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia microdasys*, además de *Agave lechuguilla* (Tabla 2.2). Estas especies, representaron el 14.15% de la dieta anual y fueron más importantes en verano (23.21%). El consumo de suculentas en verano, es importante, ya que es el principal componente del metabolismo y el principal factor de control de la temperatura de los animales (Ramírez, 2004). Debido a que el borrego cuenta con dos piletas con agua durante todo el año, el borrego no consumió las suculentas en frecuencia mayor al 25% (Figura 2.4). Lo anterior podría indicar, que el borrego cimarrón consume plantas suculentas en función de la presencia de fuentes de agua naturales o artificiales. La principal especie suculenta en la dieta del borrego cimarrón fue *Opuntia engelmannii*, ya que puede llegar a contener hasta el 90% de agua (Ramírez *et al.*, 2000). En matorrales desérticos de Sonora, las suculentas llegan a constituir el 18% de la dieta, mientras que en

Texas, EUA., se reportan valores de 7% de suculentas en la dieta (Brewer, 2001; Tarango *et al.*, 2002).



Figura 2.4. Pileta para suministro de agua para borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

3.1.2. *Diversidad y selección de la dieta del borrego cimarrón*

Fulbright y Ortega (2006), indican que el manejo de hábitat para rumiantes debe enfocarse a incrementar la diversidad de plantas en general y no solamente las plantas de mayor preferencia por los animales. En este estudio, el índice de diversidad de la dieta fluctuó entre 2.71 en primavera a 3.06 en invierno (Figura 2.5). Además, no se encontró una diferencia en la diversidad estacional de la dieta del borrego. La dieta fue más diversa, que lo reportado en el Desierto Sonorense ($H' \leq 1.5$; Gastelum *et al.*, 2014). Una alta diversidad en la dieta, es fundamental para la adecuada nutrición de los animales, por las siguientes razones (Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006):

- Una dieta diversa ayuda a los animales a mitigar efectos nocivos de las toxinas de algunas plantas.
- Los rumiantes optimizan la calidad de su dieta consumiendo una variedad de plantas diferentes en valor nutritivo.

- La composición de las plantas en el agostadero varía bajo diferentes condiciones ambientales, como la estación del año o la variación en la precipitación.
- El manejo enfocado a optimizar la abundancia de un grupo de plantas consideradas preferidas en la dieta, podría representar la disminución de otras especies que son de importancia para la cobertura térmica o de escape.
- Existe un alto nivel de variación de preferencia de dietas entre animales.

Además, Ramírez (2004) indica que no existe una sola planta que cubra todos los requerimientos nutricionales de ningún herbívoro rumiante, es por eso la importancia de mantener una dieta diversa a lo largo del año.

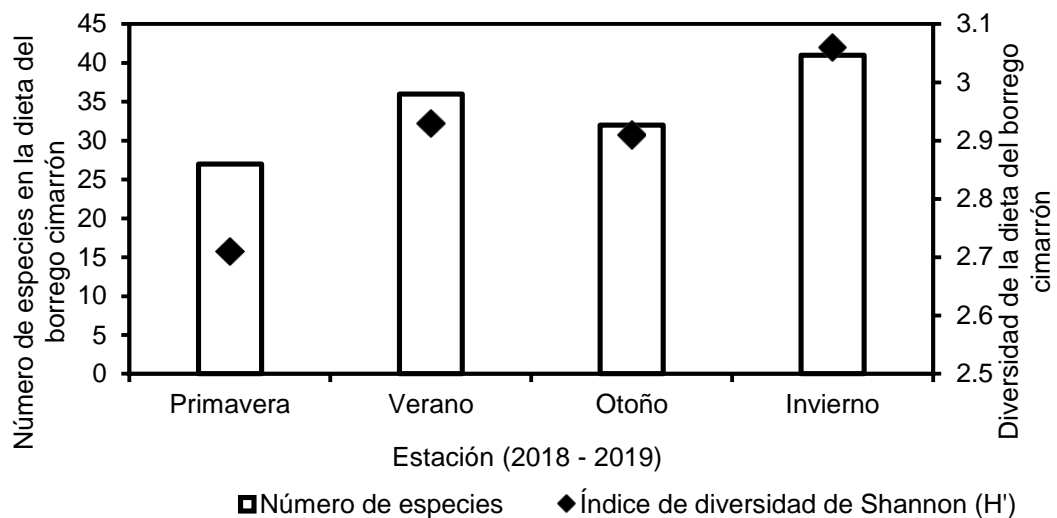


Figura 5. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

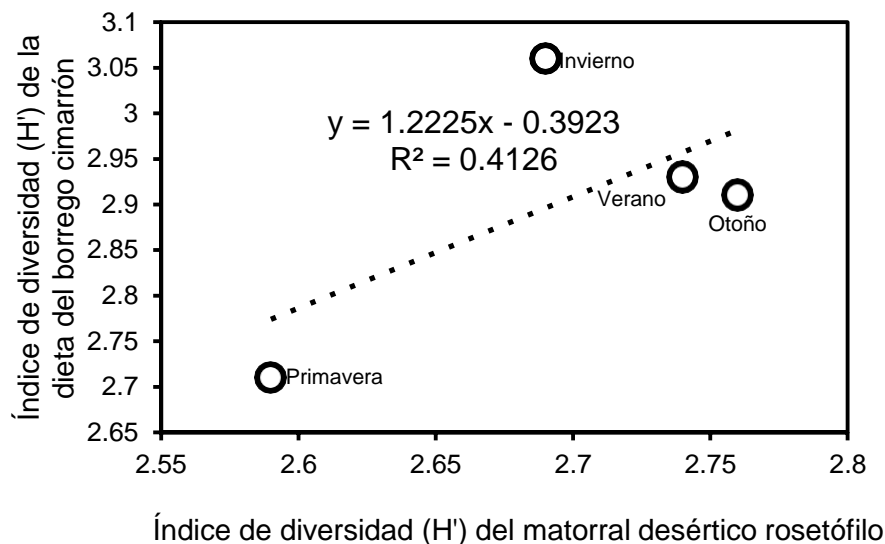


Figura 2.6. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México.

La relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta, puede ser un reflejo de los hábitos alimentarios de un herbívoro (Fulbright y Ortega, 2006). En este caso, no se observó una relación alta entre estos parámetros (Figura 2.6). Lo cual indica que la diversidad de plantas en el hábitat del borrego, no influyó de manera directa en la composición de su dieta. Aunque se ha documentado que muchos bóvidos como el borrego cimarrón, presentan hábitos alimentarios más generalistas que los cérvidos, la falta de competidores naturales y domésticos, influyen en la selección y composición de la dieta del borrego.

Las principales especies en la dieta del borrego cimarrón fueron *Tiquilia canescens*, *Croton torreyanus*, *Opuntia engelmannii* y *Acacia rigidula* (Tabla 2.2). El alto porcentaje de estas especies en la dieta, puede ser explicado desde el punto de vista nutricional: plantas con mayor porcentaje de lignina en la pared celular son menos digestibles y más propensas a ser identificadas en heces. Por ejemplo, *Opuntia engelmannii* contiene un bajo porcentaje de lignina, esto significa que es relativamente más digestible por los microorganismos del rumen (Ramírez *et al.*, 1996; Espino-Barros y Fuentes, 2005). Aun así, es una de las principales especies identificadas en la dieta del borrego, lo cual significa que el

animal realiza un alto consumo de esta planta. Este hecho, también se ve evidenciado, en especies de herbáceas como *Tiquilia canescens*, ya que el porcentaje de lignina es relativamente menor que en arbustos del noreste de México (2 a 11 %) (Ramírez, 2004). Aun cuando es una herbácea altamente digestible (Ramírez, 2004), su porcentaje de aparición en la dieta fue muy alto (Tabla 2.2).

Tabla 2.3. Valores del índice de selectividad de *Ivlev* y prueba de X^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

<i>Acacia rigidula</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	<i>Ivlev</i>	Tipo de uso
Primavera	7.30	10.99	0.20	P
Verano	4.92	4.69	-0.02	P
Otoño	4.79	10.84	0.39	S
Invierno	4.72	8.04	0.26	P
$X^2= 5.98, g.l.= 3, NS$				
<i>Cenchrus ciliaris</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	<i>Ivlev</i>	Tipo de uso
Primavera	6.18	4.97	-0.11	P
Verano	4.92	2.22	-0.38	E
Otoño	1.60	4.75	0.50	S
Invierno	3.77	5.00	0.14	P
$X^2= 5.97, g.l.= 3, NS$				
<i>Guaiacum angustifolium</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	<i>Ivlev</i>	Tipo de uso
Primavera	1.69	2.36	0.17	P
Verano	1.09	0.99	-0.05	P
Otoño	2.66	0.38	-0.75	E
Invierno	1.89	1.74	-0.04	P
$X^2= 13.89, g.l.= 3, P < 0.05$				
<i>Opuntia engelmannii</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	<i>Ivlev</i>	Tipo de uso
Primavera	3.37	9.95	0.49	S
Verano	6.01	14.57	0.42	S
Otoño	3.19	7.03	0.38	S
Invierno	3.77	5.87	0.22	P
$X^2= 12.23, g.l.= 3, P < 0.05$				

<i>Opuntia leptocaulis</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	lvlev	Tipo de uso
Primavera	7.30	1.05	-0.75	E
Verano	5.46	2.96	-0.30	P
Otoño	2.13	1.14	-0.30	P
Invierno	0.47	2.17	0.64	S
$\chi^2 = 41.50, g.l. = 3, P < 0.05$				
<i>Opuntia microdasys</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	lvlev	Tipo de uso
Primavera	0.56	4.45	0.78	S
Verano	2.19	4.44	0.34	P
Otoño	6.38	0.19	-0.94	E
Invierno	7.08	0.65	-0.83	E
$\chi^2 = 269.81, g.l. = 3, P < 0.05$				

Ue= uso esperado (porcentaje de la planta en el hábitat, Uo= uso observado (porcentaje de la planta en la dieta). Tipo de uso: S= seleccionada, P= utilizada en proporción a su disponibilidad, E= evitada. Nivel de significancia: NS= no significativo.

Se identificaron seis especies vegetales tanto en el hábitat como en la composición de la dieta durante las cuatro estaciones del año: *Acacia rigidula*, *Cenchrus ciliaris*, *Guaiaacum angustifolium*, *Opuntia engelmannii*, *Opuntia leptocaulis* y *Opuntia microdasys*. De ellas, *Acacia rigidula* y *Guaiaacum angustifolium*, se clasificaron como especies consumidas aleatoriamente, ya que con excepción de otoño, fueron consumidas en proporción a su disponibilidad ($P < 0.05$) (Tabla 2.3). El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), fue un pasto que el borrego utilizó proporcionalmente en primavera e invierno, sin embargo, lo seleccionó en otoño y evitó en verano, ya que la época de lluvias que se presentó a final de septiembre e inicio de octubre de 2018, provocó el rebrote de pastos con mayor porcentaje de digestibilidad y calidad nutricional, en comparación a la estación de verano, donde los pastos maduros contienen un bajo porcentaje de digestibilidad.

En el caso de las Opuntias, *O. engelmannii* fue la única especie de las seis, que se identificó como preferida la mayor parte del año, mientras que la mitad del año,

O. leptocaulis fue consumida en proporción a su disponibilidad y *O. microdasys* fue evitada (Tabla 2.3).

Aunque los estudios sobre hábitos alimentarios del borrego cimarrón en México son pocos, es importante destacar que se observa una tendencia del borrego hacia el consumo de árboles, arbustos y herbáceas, los cuales llegan a representar en conjunto más del 60% de su dieta anual. Por el contrario, en el suroeste de Estados Unidos, el borrego cimarrón consume en su mayoría pastos, mientras que las hierbas, representan un porcentaje bajo de su dieta. Además se recomienda, realizar un estudio nutricional de las principales especies en la dieta del borrego, para identificar posibles deficiencias nutricionales.

3.2. Análisis de la dieta del borrego berberisco

3.2.1. Composición de la dieta del borrego berberisco

La dieta del borrego berberisco se compuso de 64 especies y 21 familias, Poaceae (15), Fabaceae (9 spp.), Asteraceae (8 spp.) y Euphorbiaceae (7 spp.), fueron las más comunes (Tabla 2.4). La dieta anual se conformó de 36.02% arbóreas y arbustivas, 29.83% herbáceas, 22.40% pastos y 11.76% suculentas. En primavera predominaron las arbóreas y arbustivas (54.79%), en verano e invierno las herbáceas (46.39 y 37.94%, respectivamente) y en otoño las arbóreas, arbustivas y herbáceas (26.39%) (Figura 2.7).

Tabla 2.4. Composición de la dieta del borrego berberisco por forma biológica, familia, especie y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018 – 2019)				Promedio (%)
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)	
Árbóreas y arbustivas						
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	5.16	0.00	0.00	0.00	1.29
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	0.00	0.52	2.05	0.22	0.70
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	8.11	11.08	10.26	12.94	10.60
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	5.65	0.26	0.29	0.44	1.66
Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07
Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.00	0.26	0.29	3.73	1.07
Pteridaceae	<i>Astrolepis integrifolia</i>	6.39	3.35	0.00	0.44	2.54
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	1.97	0.00	0.00	0.00	0.49
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	0.25	0.00	0.00	0.88	0.28
Fabaceae	<i>Chamaecrista greggii</i>	1.47	0.00	0.00	0.00	0.37
Euphorbiaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	0.25	4.12	3.23	0.22	1.95

Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i>	6.14	0.00	2.05	2.41	2.65
Euphorbiaceae	<i>Croton pottsii</i>	0.00	0.00	0.59	0.00	0.15
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	0.00	1.29	0.00	2.19	0.87
Euphorbiaceae	<i>Croton sp.</i>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>	0.00	1.80	1.76	8.11	2.92
Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	0.00	0.00	0.29	0.88	0.29
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	0.00	1.76	0.44	0.55
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	0.00	1.29	0.88	0.66	0.71
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	3.19	0.00	0.29	0.00	0.87
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	6.39	0.00	0.00	0.00	1.60
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	1.23	1.55	0.00	0.00	0.69
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07
Asteraceae	<i>Hymenoxys odorata</i>	0.00	0.26	0.29	0.00	0.14
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	0.25	0.00	0.29	0.00	0.13
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	0.25	0.00	0.00	0.00	0.06
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	1.23	1.55	0.29	0.22	0.82
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	4.91	0.26	0.29	0.00	1.37
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	0.98	0.00	0.00	1.10	0.52
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	0.74	0.00	0.00	0.22	0.24
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	0.25	0.00	0	0	0.06
Herbáceas						
Malvaceae	<i>Abutilon wrightii</i>	0.00	2.06	2.93	0.00	1.25
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i>	0.49	0.00	0.00	0.00	0.12
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	0.00	0.00	0.00	0.44	0.11
Fabaceae	<i>Dalea aurea</i>	0.00	1.55	0.29	1.75	0.90
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.88	0.22
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	2.70	7.73	3.81	2.63	4.22
Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i>	0.74	0.00	0.00	0.00	0.18
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	0.74	13.14	9.97	13.60	9.36
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	0.00	2.06	0.59	1.10	0.94
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	3.93	0.00	0.00	0.00	0.98
Brassicaceae	<i>Physaria fendleri</i>	0.00	0.00	0.00	1.10	0.27
Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	0.00	19.85	8.80	16.45	11.27
Pastos						
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	0.00	0.77	0.29	0.44	0.38
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	0.00	1.29	4.11	1.97	1.84
Poaceae	<i>Aristida sp.</i>	2.70	0.00	0.00	0.00	0.68
Poaceae	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	1.23	0.00	0.00	0.00	0.31
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	2.70	1.80	1.47	1.10	1.77
Poaceae	<i>Bouteloua eriopoda</i>	0.00	0.26	0.29	0.44	0.25
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	0.00	0.26	0.00	0.00	0.06
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.00	0.26	3.52	0.44	1.05
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	0.00	5.15	7.62	4.61	4.35
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	0.00	0.00	0.59	0.00	0.15
Poaceae	<i>Setaria leucopila</i>	0.00	0.00	0.88	0.00	0.22
Poaceae	<i>Tridens muticus</i>	0.00	0.00	0.00	0.22	0.05
Poaceae	<i>Erioneuron pulchellum</i>	11.30	9.79	8.50	4.17	8.44
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	0.00	1.03	4.11	0.66	1.45
Poaceae	<i>Panicum hallii</i>	0.00	0.26	3.81	1.54	1.40
Suculentas						
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	16.46	4.12	10.26	8.99	9.96
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	2.21	0.00	0.88	0.88	0.99
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	1.03	0.88	1.32	0.81
Total		100	100	100	100	100

Aun cuando las arbóreas, arbustivas y herbáceas, fueron las especies más importantes en la dieta del borrego berberisco (Figura 2.7), en su hábitat natural la composición de la dieta es diferente. En el Parque Nacional Bou Hedma, Túnez, la dieta se compuso de 67% pastos, 17% arbustos y 16% herbáceas. Es importante destacar, que dos especies de pastos (*Stipa parviflora* y *Stipa tenacissima*) constituyeron el 63% de la dieta anual del borrego berberisco (Ben Mimoun y Nouira, 2015). Por el contrario, en este estudio se identificaron 15

especies de pastos en la dieta, las cuales representaron solo el 22.39% (Tabla 2.4).

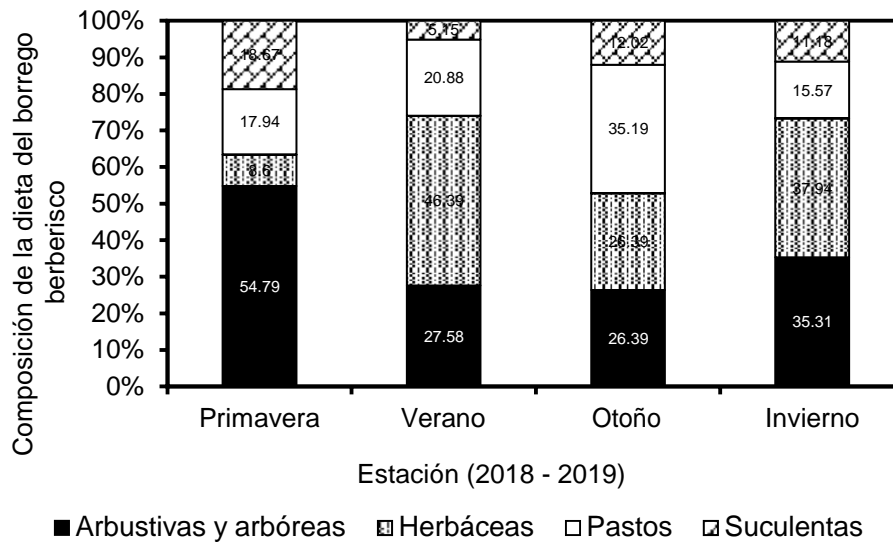


Figura 6. Composición de la dieta del borrego berberisco por forma biológica y estación del año en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

En la región de Edwards Plateau, Texas, EUA., se reporta que el borrego berberisco prefiere el consumo de herbáceas. Sin embargo, en presencia del venado cola blanca, consumió más del 60% de pastos en todas las estaciones del año (Ramsey y Anderegg, 1972). En este estudio, se observa un aumento del consumo de pastos en otoño (35.19%) (Figura 2.7). Aunque la mayor parte del año, los pastos son de baja calidad nutricional en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004), los borregos silvestres están especializados en consumir fibras de baja digestibilidad (Ramírez *et al.*, 1996). Además, son buenos consumidores de almidones que se encuentran en las semillas de los pastos (Ramírez, 2004).

Las especies suculentas fueron las plantas menos frecuentes en la dieta del borrego berberisco (Figura 2.7). Posiblemente a que cubrió sus requerimientos hídricos del agua que se coloca para el venado cola blanca (Figura 2.8).



Figura 2.8. Fuente de agua artificial utilizada por el borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (al fondo se observa Sierra Las Hormigas; fotografía de Alejandro Lozano).

Es importante destacar que la población de borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, se encuentra aislada sin la presencia de otros grandes herbívoros. Aunque la dieta anual se compuso de 64 especies, solo *Tiquilia canescens* y *Acacia rigidula*, representaron el 21.87% del total de la dieta (Tabla 2.4). De igual manera, en Texas, EUA., se identificaron 69 especies en la dieta. Sin embargo, solo *Hymenopappus tennifolium*, *Vicia leavenworthi* y *Plantago rhodosperma* constituyeron el 20% de la dieta anual del borrego berberisco. Además, *Bouteloua curtipendula* es un pasto importante en la dieta del borrego berberisco en Texas, llegando a representar el 20% de la dieta en verano. En este estudio, el porcentaje mayor de consumo de este pasto fue 2.7% en primavera (Tabla 2.4). En general, el borrego berberisco en ausencia de otros herbívoros, consume una dieta más diversa que en su hábitat natural (Ramsey y Anderegg, 1972).

3.2.2. Diversidad y selección de la dieta del borrego berberisco

La diversidad de la dieta del borrego berberisco fue mayor en otoño ($H' = 3.05$) y menor en verano ($H' = 2.74$). El mayor número de especies en la dieta se identificó en otoño e invierno (41 y 38 especies, respectivamente) (Figura 2.9). En verano aumento el consumo de herbáceas con alto contenido nutricional (Ramírez *et al.*,

1996). Con excepción de primavera y otoño, y verano e invierno, se identificó una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la diversidad de la dieta estacional del borrego berberisco (Tabla 2.5).

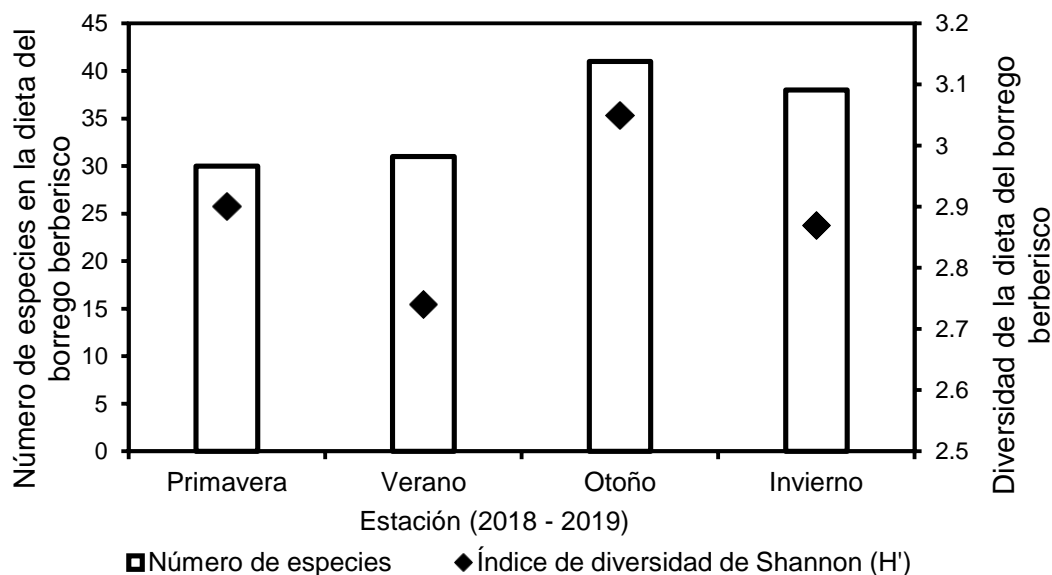


Figura 7. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla 7. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera	--	0.01*	NS	0.08*
Verano	--	--	0.00006***	NS
Otoño	--	--	--	0.0008***
Invierno	--	--	--	--

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo.

La composición de la dieta del borrego berberisco, no estuvo en función de la variación en la diversidad de la cobertura vegetal (Figura 2.10). Esto indica que no fue un parámetro del hábitat que condiciona la composición de su dieta. Posiblemente, la disponibilidad de especies forrajeras importantes como *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, influyen de manera más directa en la diversidad de la dieta. Además, el alto consumo de alfalfa (*Medicago sativa*), como una fuente de alimento extra, indica que el consumo de forraje no dependió tanto de

las condiciones del forraje en el hábitat. Debido a que el alto consumo de especies forrajeras preferidas, disminuye su disponibilidad en el mediano plazo (especies decrecientes), mantener una alta diversidad de plantas en el hábitat, es importante para que los herbívoros dispongan de otras especies para remplazar a las especies preferidas (Fulbright y Ortega, 2006).

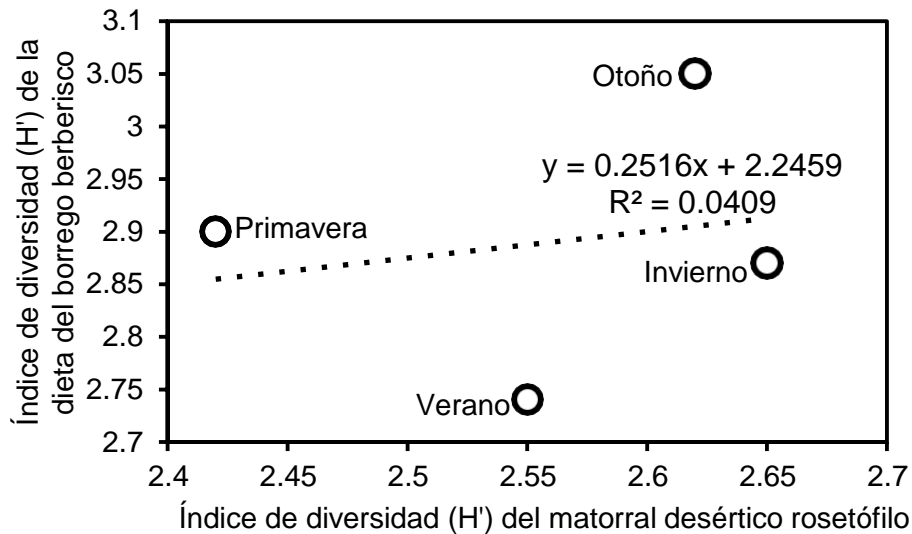


Figura 2.10. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México.

Tabla 8. Valores del índice de selectividad de Ivlev y prueba de χ^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

<i>Acacia rigidula</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	9.42	8.11	-0.07	P
Verano	5.60	11.08	0.33	P
Otoño	5.00	10.26	0.34	P
Invierno	7.45	12.94	0.27	P
$\chi^2 = 7.95, g.l. = 3, P < 0.05$				
<i>Eysenhardtia texana</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera				
Verano	2.00	1.29	-0.22	P
Otoño	2.35	0.88	-0.46	E

Invierno	0.78	0.66	-0.09	P
$\chi^2= 2.87, g.l.= 2, NS$				
<i>Guaiaecum angustifolium</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	4.93	1.23	-0.60	E
Verano	3.20	1.55	-0.35	P
Otoño	3.53	0.29	-0.85	E
Invierno				
$\chi^2= 49.09, g.l.= 2, P < 0.05$				
<i>Leucophyllum frutescens</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	2.24	4.91	0.37	S
Verano	2.40	0.26	-0.81	E
Otoño	0.88	0.29	-0.50	E
Invierno				
$\chi^2= 20.27, g.l.= 2, P < 0.05$				
<i>Opuntia engelmannii</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	4.93	16.46	0.54	S
Verano	5.60	4.12	-0.15	P
Otoño	2.35	10.26	0.63	S
Invierno	4.71	8.99	0.31	P
$\chi^2= 16.74, g.l.= 3, P < 0.05$				
<i>Opuntia leptocaulis</i>				
Estación (2018 – 2019)	UE	UO	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	0.45	2.21	0.66	S
Verano				
Otoño	0.29	0.88	0.50	S
Invierno	0.78	0.88	0.06	P
$\chi^2= 1.81, g.l.= 2, NS$				

Ue= uso esperado (porcentaje de la planta en el hábitat, Uo= uso observado (porcentaje de la planta en la dieta). Tipo de uso: S= seleccionada, P= utilizada en proporción a su disponibilidad, E= evitada. Nivel de significancia: NS= no significativo.

En base a que *Acacia rigidula* fue una especie importante en la composición de la dieta del borrego berberisco y a que fue seleccionada en proporción a su disponibilidad (Tabla 2.6), puede considerarse como una especie básica para el borrego. Otras especies como *Eysenhardtia texana*, *Guaiaecum angustifolium* y *Leucophyllum frutescens*, pueden considerarse especies de “relleno” en la dieta del borrego berberisco, ya que evitó su consumo la mayor parte del año. Por el

contrario, *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* fueron especies preferidas en primavera y otoño.

La poca evidencia científica que existe sobre los hábitos alimentarios del borrego berberisco, indican que es un herbívoro oportunista, que consume el forraje en función de su disponibilidad. Aunque la evidencia es poca, se puede clasificar al borrego berberisco como un herbívoro apacentador, sobre todo en su hábitat natural en el norte de África. Los resultados que aquí se exponen, además de lo reportado en Texas por Ramsey y Anderegg (1972), indican que esta especie en ausencia de otros herbívoros, selecciona una dieta más diversa, compuesta de arbustos y herbáceas. Por el contrario, en presencia de otros herbívoros, su dieta se basa principalmente de pastos. Sin embargo, es relevante comprobar esta hipótesis en el matorral desértico rosetófilo de Coahuila.

3.3. Análisis de la dieta del venado cola blanca

3.3.1. Composición de la dieta del venado cola blanca

Se identificaron 49 especies y 20 familias en la dieta del venado cola blanca. Las más comunes fueron Poaceae (9 spp.), Fabaceae (8 spp.) y Asteraceae (7 spp.) (Tabla 2.7). La dieta anual del venado cola blanca se conformó de 49.84% arbóreas y arbustivas, 18.38% suculentas, 16.02% herbáceas y 15.72% pastos. Las especies arbóreas y arbustivas, predominaron en la dieta durante las cuatro estaciones del año. Las herbáceas, fueron más comunes en invierno (27.31%), los pastos en verano (28.57%) y las suculentas en primavera (26.45%). Las principales especies en la dieta del venado fueron *Opuntia engelmannii*, *Acacia rigidula*, *Eysenhardtia texana* y *Erioneuron pulchellum*.

Tabla 2.7. Frecuencia relativa de la composición de la dieta del venado cola blanca por forma biológica, familia, especie y estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estación (2018-2019)				
		Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)	Invierno (%)	Promedio (%)
Árbóreas y arbustivas						
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	0.28	0.29	0.00	0.00	0.14
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	0.28	0.57	0.65	0.00	0.37
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	11.29	12.57	6.94	4.51	8.83
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	1.10	1.71	0.65	0.23	0.92
Asteraceae	<i>Baccharis texana</i>	1.65	0.57	1.30	0.00	0.88
Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i>	0.83	0.00	0.00	0.00	0.21
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	0.00	0.00	4.12	5.19	2.33
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>	0.83	1.14	9.33	5.87	4.29
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	0.00	0.57	0.00	0.00	0.14
Ephedraceae	<i>Ephedra antisiphilitica</i>	1.10	0.00	0.00	0.23	0.33
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	3.86	0.57	1.74	7.67	3.46
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	8.54	7.43	11.28	1.81	7.26
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	1.65	0.00	4.12	0.45	1.56
Zygophyllaceae	<i>Guaiaacum angustifolium</i>	7.16	3.14	0.43	0.23	2.74
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.00	0.00	0.22	0.00	0.05
Asteraceae	<i>Hymenoxys odorata</i>	0.00	0.29	0.43	0.00	0.18
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	0.00	0.29	0.00	0.00	0.07
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	0.29	0.00	0.23	0.13
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	0.00	2.00	0.22	0.00	0.55
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.00	0.86	0.22	1.13	0.55
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	1.93	0.57	5.42	10.61	4.63
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	0.00	0.57	0.00	0.00	0.14
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	3.31	2.00	3.90	1.81	2.75
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	5.23	7.43	1.52	4.29	4.62
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.83	0.00	0.22	0.68	0.43
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.00	6.86	2.17	0.00	2.26
Herbáceas						
Malvaceae	<i>Abutilon wrightii</i>	2.20	1.71	2.82	0.45	1.80
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i>	0.28	0.00	0.00	0.00	0.07
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	0.55	1.43	1.08	7.90	2.74
Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.28	0.00	3.47	4.74	2.12
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	0.55	4.29	1.74	1.13	1.93
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	0.00	1.14	0.65	0.23	0.50
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	2.75	4.29	1.74	4.29	3.27
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	0.00	0.29	0.00	0.00	0.07
Asteraceae	<i>Parthenium sp.</i>	0.55	0.00	0.00	2.03	0.65
Brassicaceae	<i>Physaria fendleri</i>	0.00	0.00	0.00	3.16	0.79
Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	0.00	2.29	2.82	3.39	2.12
Pastos						
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	0.00	1.14	1.30	0.23	0.67
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	1.65	0.00	3.90	0.23	1.45
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	0.00	0.00	1.95	0.00	0.49
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.55	0.00	1.95	1.58	1.02
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	3.03	4.29	2.39	1.81	2.88
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	0.83	0.00	0.22	0.45	0.37
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	1.10	6.57	0.22	0.45	2.09
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	0.00	0.57	0.00	0.00	0.14
Poaceae	<i>Erioneuron pulchellum</i>	9.37	16.00	0.22	0.90	6.62
Suculentas						
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	18.73	4.29	15.40	14.90	13.33
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	7.71	2.00	3.04	7.00	4.94
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	0.00	0.22	0.23	0.11
Total		100	100	100	100	100

A diferencia del borrego cimarrón y borrego berberisco, en México y Estados Unidos, se ha estudiado a profundidad la composición de la dieta y los hábitos alimentarios del venado cola blanca. En forma general, se reporta que el venado prefiere el ramoneo de árboles y arbustos, y el consumo de hierbas (Gee *et al.*, 1991; Gallina, 1993; Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez *et al.*, 1997; Ramírez, 2004;

Fulbright y Ortega, 2006). Aunque en el presente estudio, las herbáceas no fueron las especies más consumidas por el venado, Navarro *et al.* (2018), encontraron valores de 70.80% de herbáceas en la dieta del venado en Tlachichila, Zacatecas. De igual manera, Olguín *et al.* (2015), reportan que el venado cola blanca consumió 36.5 % herbáceas en un matorral espinoso de Tamaulipas. Fulbright y Ortega (2006), mencionan que el venado cola blanca tiene una fuerte preferencia por las hierbas en comparación con el ramoneo de arbustivas. Esto se debe a que son más digestibles y tienen un mayor valor nutricional que las arbustivas.

Las herbáceas fueron menos consumidas en primavera (Figura 2.11), ya que la escasa humedad y altas temperaturas del noreste de México, reducen la productividad de las hierbas anuales (Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006). En forma general, se ha observado que en ambientes áridos, como la región de South Texas Plains, las herbáceas constituyen solo una pequeña fracción de la dieta de los venados, por el contrario en ambientes de mayor precipitación pueden dominar la dieta del venado en todo el año (Gee *et al.*, 1991; Burke, 2003).

En ambientes áridos y semiáridos, la dieta del venado cola blanca tiende a estar constituida principalmente de árboles, arbustos y especies suculentas (Gallina, 1993; Ramírez *et al.*, 1997; Ramírez, 2004). Mientras que las herbáceas, forman parte importante de la dieta sólo de manera estacional. En consecuencia, en el presente las herbáceas fueron más consumidas en invierno. En las cuatro estaciones del año, los árboles y arbustos constituyeron alrededor del 50% de la dieta del venado (Tabla 2.7). De igual manera, en la reserva de la biosfera La Michilía, Durango, el ramoneo de árboles y arbustos representó el 85% de la dieta anual (Gallina, 1993). En 4 ranchos de Nuevo León, la dieta del venado cola blanca se compuso de 94% arbustivas (Ramírez *et al.*, 1997). En Montana, EUA., el ramoneo de arbustivas representó la mayor parte de la dieta del venado (59%;

Allen, 1968). En Trans-Pecos, Texas, EUA., 63% de arbustivas se identificaron en la dieta del venado cola blanca (Kie *et al.*, 1980).

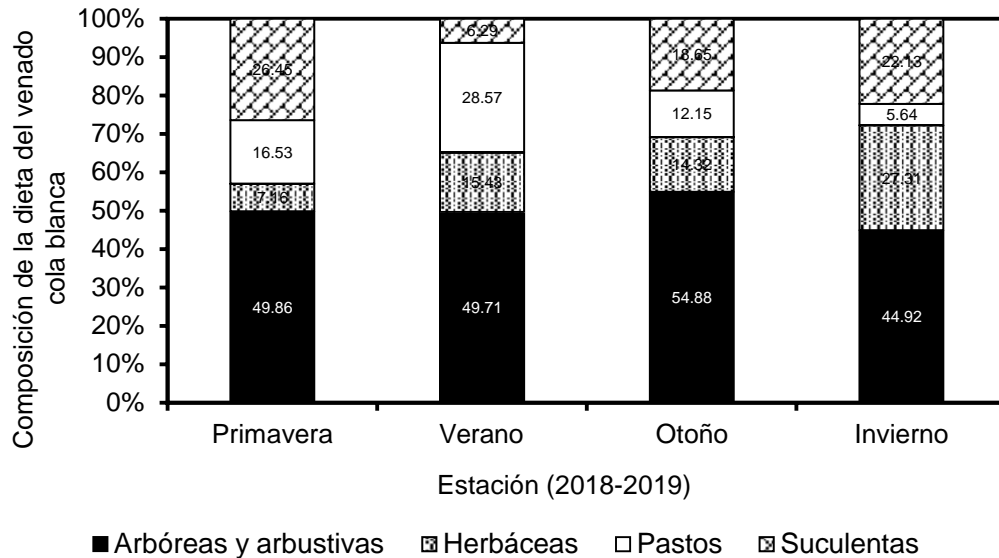


Figura 2.11. Composición estacional de la dieta del venado cola blanca por forma biológica en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Las especies suculentas del género *Opuntia*, son particularmente importantes en la dieta del venado cola blanca en matorrales desérticos del norte de México y sur de Estados Unidos (Espino-Barros y Fuentes, 2005). Las suculentas fueron más comunes en la dieta de verano (Figura 2.11). Los frutos y pencas del nopal (*Opuntia* spp.), pueden representar casi la mitad de la dieta del venado cola blanca durante el verano en la región de South Texas Plains (Arnold y Drawe, 1979). De igual forma, en los Rolling Plains, Texas, el nopal representó el 65% de la dieta del venado entre 1971 y 1973 (Quinton y Horejsi, 1977). El contenido de nopal en la dieta anual del venado cola blanca en el norte de México, promedió 35% (Villarreal, 1991). En este estudio, las especies suculentas estuvieron representadas principalmente por *Opuntia engelmannii* (Tabla 2.7). Es una planta que llega a contener hasta 90% de agua, por lo tanto representa un aporte importante de agua para el venado cola blanca. Durante el verano, se identificaron en el matorral, evidencias de ramoneo intensivo sobre esta planta

(Figura 2.12). El porcentaje de suculentas en la dieta del venado cola blanca, no fue tan alto como lo reportado en otros estudios. Su consumo, puede estar influenciado por la presencia de fuentes de aguas naturales y artificiales la mayor parte del año.

Los pastos no se consideran plantas importantes en la dieta del venado cola blanca, debido a que no pueden digerir eficientemente los zacates maduros debido a su anatomía digestiva (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez *et al.*, 1997; Ramírez, 2004). Sin embargo, en periodos húmedos del año, las puntas de las hojas en crecimiento son altamente digestibles (Hanley, 1982; Meyer *et al.*, 1984, Ramírez, 2004). En verano, se identificó el porcentaje más alto de pastos en la dieta (28.57%) (Figura 2.11). Debido a que los pastos no representaron más del 20% de la dieta anual del venado, no hay indicios de un sobreuso del hábitat y una nutrición pobre (Kie *et al.*, 1980).



Figura 8. Evidencias de ramoneo de venado cola blanca sobre *Opuntia engelmannii* en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

3.3.2. Diversidad y selección de la dieta del venado cola blanca

El mayor índice de diversidad de la dieta del venado cola blanca, se identificó en otoño ($H' = 3.05$), así como el mayor número de especies (37 spp.). Mientras que en primavera la diversidad ($H' = 2.83$) y el número de especies (31 spp.) en la dieta fue menor (Figura 2.13). Únicamente entre la estación de primavera y otoño, y primavera e invierno, se identificó una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en la diversidad de la dieta del venado cola blanca (Tabla 2.8). Esto se debe que en la estación húmeda (otoño e invierno), se incrementa la disponibilidad de forraje para el venado cola blanca.

Las principales especies en la dieta anual del venado cola blanca fueron *Opuntia engelmannii* (13.33%), *Acacia rigidula* (8.83%) y *Eysenhardtia texana* (7.26%). Anteriormente se mencionó la importancia nutritiva de *Opuntia engelmannii* para el venado. Particularmente, *Acacia rigidula* llega a constituir hasta el 40% de la dieta anual del venado cola blanca en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1997). Es un arbusto con alto porcentaje de digestibilidad, considerado base en la dieta del venado en el noreste de México (Ramírez, 2004). Por último, *Eysenhardtia texana*, es una especie arbustiva que relativamente contiene bajo porcentaje de lignina (9 a 11%) dependiendo de la estación, lo cual aumenta su digestibilidad por los microorganismos del rumen (Ramírez *et al.*, 1997).

Tabla 9. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera	--	NS	0.02*	0.04*
Verano	--	--	NS	NS
Otoño	--	--	--	NS
Invierno	--	--	--	--

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo.

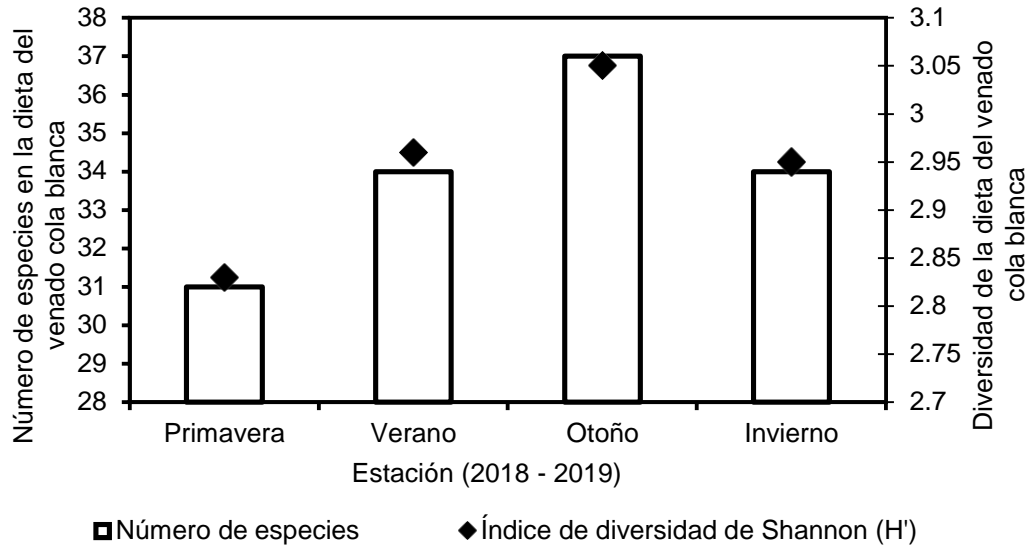


Figura 2.13. Variación estacional de la diversidad y número de especies en la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

El guajillo (*Acacia berlandieri*) y el chaparro prieto (*Acacia rigidula*), llegan a constituir más del 70% de la dieta del venado en el noreste de México (Ramírez *et al.*, 1996). Aun así, en el presente solo representaron el 8.97 % de la dieta anual. A pesar de ello, fueron en conjunto las especies más importantes en la dieta. Sin embargo, el chaparro prieto fue consumido en relación a su disponibilidad. Ya que no fueron plantas seleccionadas, el aporte nutricional de estas especies puede estar deficiente para el venado. Al respecto Campbell y Hewitt (2014), encontraron que la concentración en la dieta de calcio, fósforo, y sodio disminuyó con el incremento en el consumo de guajillo. Además, se reconocieron especies consumidas en relación a su disponibilidad, incluyeron a *Acacia rigidula* y *Cenchrus ciliaris*. Mientras que la especie más evitada durante casi todo el año, fue *Euphorbia antisyphilitica*; *Opuntia engelmannii*, con excepción de verano, fue la especie más preferida por el venado (Tabla 2.9).

Se observó que el venado cambia la selección de las plantas en función de la estación del año. Por ejemplo, *Eysenhardtia texana*, fue una especie evitada en verano y otoño, y preferida en primavera y otoño; *Forestiera angustifolia*, fue evitada en invierno, consumida proporcionalmente en primavera, y preferida o

seleccionada en otoño; *Guaiacum angustifolium*, fue preferida en primavera y verano, y evitada en otoño e invierno. A diferencia de *Opuntia engelmannii*, el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*), solo fue preferida en primavera e invierno (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Valores del índice de selectividad de Ivlev y prueba de χ^2 ($\alpha \leq 0.05$) en la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

<i>Acacia rigidula</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	6.74	11.29	0.25	P
Verano	4.92	12.57	0.44	S
Otoño	4.79	6.94	0.18	P
Invierno	5.03	4.51	-0.05	P
$\chi^2 = 7.22$, g. l. = 3, NS				
<i>Cenchrus ciliaris</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	3.93	3.3	-0.09	P
Verano	4.92	4.29	-0.07	P
Otoño	2.13	2.39	0.06	P
Invierno	4.02	1.81	-0.38	E
$\chi^2 = 2.94$, g. l. = 3, NS				
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	8.99	3.86	-0.4	E
Verano	7.1	0.57	-0.85	E
Otoño	9.04	1.74	-0.68	E
Invierno	8.04	7.67	-0.02	P
$\chi^2 = 112.27$, g. l. = 3, $P < 0.05$				
<i>Eysenhardtia texana</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	3.93	8.54	0.37	S
Verano	4.37	7.43	0.26	P
Otoño	4.26	11.28	0.45	S
Invierno	2.01	1.81	-0.05	P
$\chi^2 = 8.14$, g. l. = 3, $P < 0.05$				
<i>Forestiera angustifolia</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	2.81	1.65	-0.26	P
Verano				
Otoño	0.53	4.12	0.77	S
Invierno	1.01	0.45	-0.38	E

$\chi^2= 4.64$, g. l.= 2, NS

<i>Guaiacum angustifolium</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	1.69	7.16	0.62	S
Verano	1.09	3.14	0.48	S
Otoño	2.66	0.43	-0.72	E
Invierno	2.01	0.23	-0.79	E

$\chi^2= 30.86$, g. l.= 3, $P < 0.05$

<i>Opuntia engelmannii</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	4.49	18.73	0.61	S
Verano	6.01	4.29	-0.17	P
Otoño	3.19	15.4	0.66	S
Invierno	4.02	14.9	0.58	S

$\chi^2= 29.14$, g. l.= 3, $P < 0.05$

<i>Opuntia leptocaulis</i>				
Estación (2018 - 2019)	UE (%)	UO (%)	Ivlev	Tipo de uso
Primavera	3.37	7.71	0.39	S
Verano	2.19	2	-0.04	P
Otoño	2.13	3.4	0.23	P
Invierno	0.5	7	0.87	S

$\chi^2= 8.97$, g. l.= 3, $P < 0.05$

Ue= uso esperado (porcentaje de la planta en el hábitat, Uo= uso observado (porcentaje de la planta en la dieta). Tipo de uso: S= seleccionada, P= utilizada en proporción a su disponibilidad, E= evitada. Nivel de significancia: NS= no significativo.

Aunque la diversidad de alimento en el hábitat es importante para mantener una dieta nutricional adecuada, no se observó una relación entre la diversidad de la dieta y del forraje (Figura 2.14). Mientras que la diversidad en la dieta permaneció relativamente constante en todo el año, la diversidad de la cobertura vegetal disminuyó de primavera a invierno. Esto indica que aunque la diversidad del forraje disminuye, el venado trata de mantener una diversidad en su dieta, ya que como menciona Ramírez (2004), ninguna planta satisface las necesidades nutricionales del venado durante todo el año. Aun así, cuando la diversidad del forraje disminuye, los venados aumentan el consumo de plantas poco palatables y de baja calidad nutricional (e.g. pastos) y disminuyen el de aquellas con alto contenido de proteínas y nutrientes (e.g. herbáceas; Ramírez *et al.*, 1997; Fulbright y Ortega, 2006).

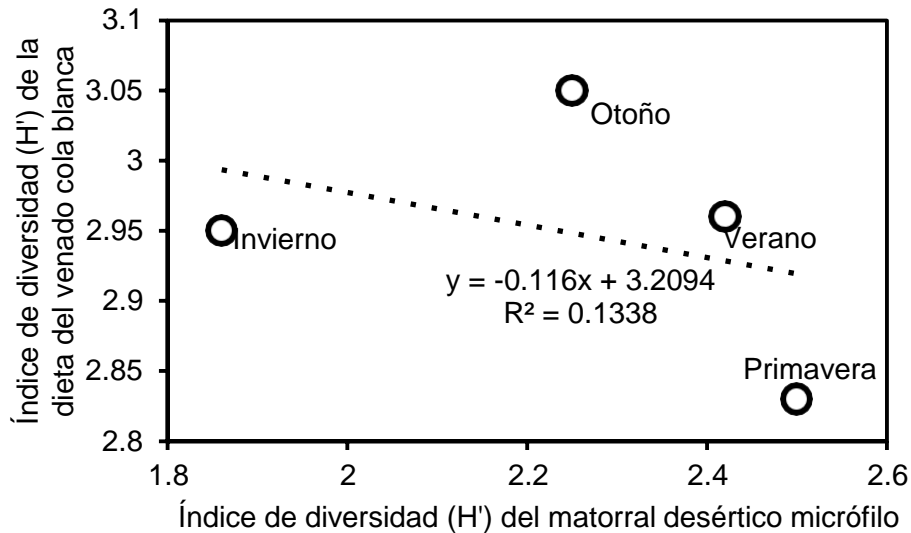


Figura 2.14. Relación entre la diversidad de la cobertura vegetal y de la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San, Monclova, Coahuila, México.

Los resultados del presente, indican que las arbustivas son las especies base en la dieta del venado cola blanca. Sin embargo, el venado selecciona herbáceas de forma estacional cuando están presentes en el hábitat. Por último, las suculentas son especies amortiguadoras en periodos secos. Aun cuando los pastos no son preferidos por el venado, puede consumir de forma estacional los rebrotes de pastos en verano. Aunque existen numerosos estudios sobre dieta del venado en México y Estados Unidos, es importante continuar esta línea de investigación, ya que las preferencias del venado cola blanca, son el resultado de las variaciones estacionales y regionales de los distintos tipos de hábitat en donde se distribuye.

3.4. Similitud de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca

Se identificó un alto grado de similitud en la composición de la dieta anual de las tres especies (Tabla 2.11). En particular, en la del borrego cimarrón con las otras dos especies ($I_s = 0.78$). Debido a que en la UMA Rancho San Juan, las tres especies se encuentran aisladas, el alto porcentaje de similitud en sus dietas es

reflejó de una competencia por explotación, la cual se define como: *la competencia por alimentos entre especies, que aunque nunca se encontrarán en contacto físico directo, la sola presencia de la otra especie con hábitos de alimentación similares, hará disminuir la cantidad de alimento de la otra* (Smith y Julander, 1953; Armstrong y Harmel, 1981; Soberón, 1982; Mellink, 1989).

En México, los estudios sobre competencia forrajera entre herbívoros silvestres y exóticos, ha sido poco estudiada. Los antecedentes más recientes son de Olguín *et al.* (2015), los cuales reportan alta similitud en la dieta del venado cola blanca - antílope Eland (*Taurotragus oryx*) ($I_s= 0.55$) y venado cola blanca – ciervo rojo (*Cervus elaphus*) ($I_s= 0.54$). En este estudio, 33 especies de plantas son comunes en la dieta de los tres herbívoros, lo cual representa el 44% de la composición anual de la dietas (Tabla 2.10). Además, Gallina y Ezcurra (1981), describieron la competencia entre el venado cola blanca y el ganado vacuno en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, sus resultados indican que los venados consumen 135 especies de plantas y el ganado vacuno solamente 36. En particular, *Tiquilia canescens* es la especie más importante en la dieta anual del borrego cimarrón y borrego berberisco (17.75 y 11.27%, respectivamente). Además, *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, fueron especies importantes y comunes en la dieta de las tres especies (Tabla 2.10).

Tabla 2.10. Comparación de la composición anual de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Composición anual de la dieta (%)		
		Borrego cimarrón	Borrego berberisco	Venado cola blanca
Malvaceae	<i>Abutilon wrightii</i>	2.08	1.25	1.80
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	--	1.29	0.14
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	0.49	0.70	0.37
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	8.64	10.60	8.83
Asteraceae	<i>Acourtia runcinata</i>	--	0.12	0.07
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	0.53	--	--
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	1.08	0.11	2.74
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	1.46	1.66	0.92
Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	0.53	0.07	--
Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	0.99	--	2.12
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	0.45	0.38	0.67
Poaceae	<i>Aristida purpurea</i>	1.34	1.84	1.45
Poaceae	<i>Aristida sp.</i>	--	1.75	--
Pteridaceae	<i>Astrolepis integrifolia</i>	1.80	2.54	--
Asteraceae	<i>Baccharis texana</i>	--	--	0.88
Poaceae	<i>Bothriochloa saccharoides</i>	--	0.31	--
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	1.37	1.77	0.49

Poaceae	<i>Bouteloua eriopoda</i>	0.05	0.25	--
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	--	0.06	--
Poaceae	<i>Bouteloua hirsuta</i>	1.14	1.05	1.02
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i>	--	0.49	--
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	0.16	0.28	--
Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	4.24	4.35	2.88
Fabaceae	<i>Chamaecrista greggii</i>	0.05	0.37	--
Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i>	--	--	0.21
Euphorbiaceae	<i>Cordia parvifolia</i>	0.22	1.95	--
Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i>	--	2.65	--
Euphorbiaceae	<i>Croton pottsii</i>	--	0.15	--
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	0.05	0.87	2.33
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.	--	0.07	--
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>	10.89	2.92	4.29
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	1.28	--	0.37
Fabaceae	<i>Dalea aurea</i>	0.71	0.90	--
Fabaceae	<i>Dalea bicolor</i>	1.00	0.22	1.93
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	--	--	0.14
Ephedraceae	<i>Ephedra antisiphilitica</i>	0.90	--	0.33
Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	0.49	0.29	--
Poaceae	<i>Erioneuron pulchellum</i>	4.16	8.44	6.62
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	--	0.55	3.46
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	--	4.22	0.50
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	2.01	0.71	7.26
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	0.18	0.80	1.56
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i>	--	1.60	--
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	1.37	0.77	2.74
Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.06	0.07	0.05
Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	1.41	1.45	2.09
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	0.31	0.15	0.14
Asteraceae	<i>Hymenoxys odorata</i>	--	0.14	0.18
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	--	--	0.07
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.54	0.05	0.13
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	0.33	0.13	0.55
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	--	0.06	--
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0.35	0.82	0.55
Brassicaceae	<i>Lesquerella fendleri</i>	--	0.18	--
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	1.03	1.37	4.63
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i>	1.10	0.07	0.14
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	6.69	9.36	3.27
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	2.41	0.52	2.75
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	9.35	9.96	13.33
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	1.83	0.99	4.94
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i>	2.43	0.81	0.11
Poaceae	<i>Panicum hallii</i>	--	1.40	--
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	1.29	0.94	0.07
Asteraceae	<i>Parthenium hysteroporus</i>	0.20	--	--
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	--	0.98	--
Asteraceae	<i>Parthenium</i> sp.	--	--	0.65
Brassicaceae	<i>Physaria fendleri</i>	--	0.27	0.79
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	1.10	--	4.62
Poaceae	<i>Setaria leucophylla</i>	0.05	0.22	--
Solanaceae	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.05	0.13	0.43
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i>	--	0.18	--
Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	17.75	11.27	2.12
Poaceae	<i>Tridens muticus</i>	--	0.05	--
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	--	0.06	--
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2.03	--	2.26

El análisis clúster, indica que la similitud de las dietas es más fuerte entre estaciones de la misma especie que entre especies. La composición de la dieta del borrego berberisco en primavera fue más diferente a todas las demás ($I_s < 0.45$) (Figura 2.15). Además, en primavera la diversidad de la dieta del borrego

berberisco fue mayor a las otras dos especies (Tabla 2.12). Lo cual indica, los hábitos oportunistas forrajeros, ya que aprovecha la diversidad de forraje en el hábitat (Nowak, 1991). Por el contrario, invierno fue la estación del año más crítica en cuanto al traslape de dieta entre especies ($I_s \geq 0.69$). En el invierno, la diversidad de la dieta del borrego berberisco y venado cola blanca, fue significativamente distinta ($P \leq 0.05$) (Tabla 2.13). El ramoneo de árboles y arbustos, con excepción de primavera, fue más importante en la dieta del borrego cimarrón y venado cola blanca. Por el contrario, el borrego berberisco solo las consumió con mayor frecuencia en primavera, además, presentó una dieta más variada en las cuatro estaciones del año (Tabla 2.14).

Tabla 2.11. Valores del índice de similitud de Kulczynski en la composición de la dieta anual del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Dieta del borrego cimarrón	Dieta del borrego berberisco	Dieta del venado cola blanca
Dieta del borrego cimarrón	1		
Dieta del borrego berberisco	0.78	1	
Dieta del venado cola blanca	0.78	0.74	1

En primavera, únicamente se identificó una alta similitud en la dieta del venado cola blanca y borrego cimarrón ($I_s = 0.66$). La diversidad de la dieta del borrego cimarrón y borrego berberisco en primavera fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$), las arbustivas representaron casi el 60% de la dieta del borrego berberisco, mientras que para el borrego cimarrón solo constituyeron el 31.94% de su dieta en primavera. En el verano, la composición de la dieta del venado cola blanca y borrego berberisco, presentaron la menor similitud ($I_s = 0.59$) y su diversidad fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$) (Tabla 2.13). Esto se debe a que en verano los pastos representaron el 28.57% de la dieta del venado cola blanca, mientras que las herbáceas el 25.81% de la dieta del borrego berberisco. En otoño, la similitud de la dieta fue alta en las tres especies (Tabla 2.12).

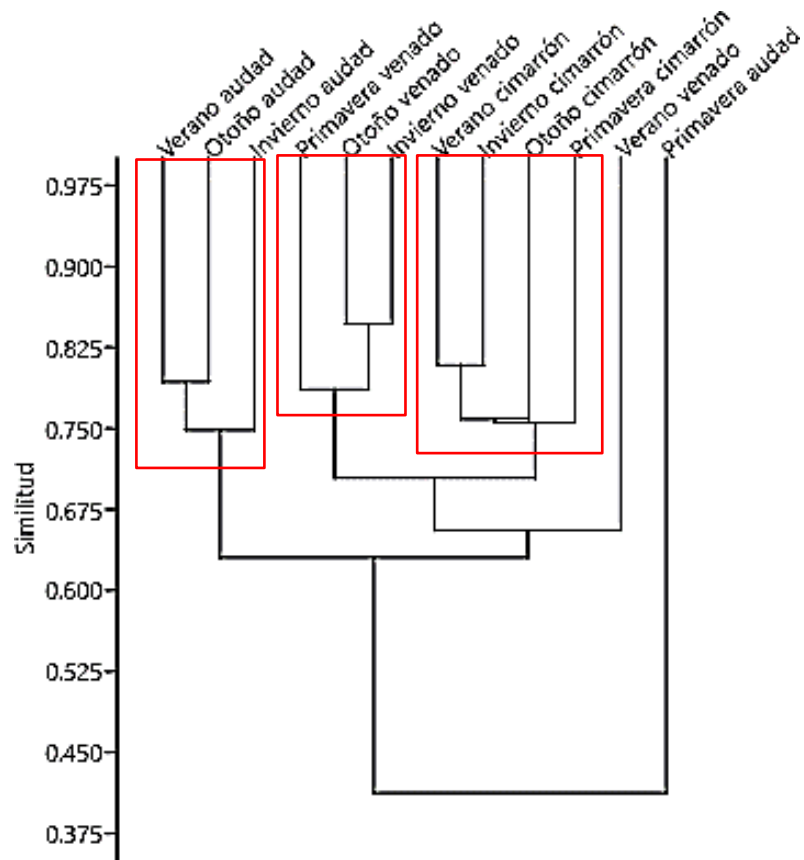


Figura 2.15. Análisis de conglomerados basado en el coeficiente de similitud de Kulczynski en la composición estacional de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (los recuadros rojos agrupan las dietas con mayor similitud).

Aunque se identificó una similitud alta en la composición anual de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca. Es importante mencionar, que los animales cambian sus hábitos alimentarios en presencia de otros herbívoros competidores (Fulbright y Ortega, 2006). Por ejemplo, un experimento controlado en la región de Edwards Plateau, Texas, EUA., encontró que el borrego berberisco en presencia de otros herbívoros, como el ganado vacuno y el venado cola blanca, consume más del 60% de pastos en cada estación del año. Sin embargo, en ausencia de competidores forrajeros, el berberisco consumió una dieta más diversa, donde los arbustos llegaron a representar el 60% de su dieta en primavera. El alto consumo de pastos en la

dieta del borrego berberisco, se asemeja a sus hábitos alimentarios en su área de distribución natural, en el norte de África (Ramsey y Anderegg, 1972; Nowak, 1991; Ben Mimoun y Noura, 2015).

Tabla 2.12. Valores del índice de similitud de Kulczynsky en la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Borrego cimarrón	Borrego berberisco	Venado cola blanca
Primavera			
Borrego cimarrón	1		
Borrego berberisco	0.39	1	
Venado cola blanca	0.66	0.39	1
Verano			
Borrego cimarrón	1		
Borrego berberisco	0.63	1	
Venado cola blanca	0.66	0.59	1
Otoño			
Borrego cimarrón	1		
Borrego berberisco	0.64	1	
Venado cola blanca	0.76	0.69	1
Invierno			
Borrego cimarrón	1		
Borrego berberisco	0.69	1	
Venado cola blanca	0.75	0.70	1

Los factores del hábitat limitantes para el borrego cimarrón, son la topografía accidentada, vegetación escasa y cobertura vegetal de baja altura que brinden una adecuada visibilidad y terreno de escape (Tarango, 2000; Escobar *et al.*, 2015). Aunque el borrego berberisco es un herbívoro de hábitos alimentarios oportunistas, la topografía accidentada con escasa vegetación es un factor fundamental para su presencia y desarrollo (Ogren, 1962). Lo anterior, indica que aunque la composición de la dieta entre borregos fue alta, podrían ser los elementos físicos del hábitat (*e.g.* topografía, terreno de escape, etc.) los elementos de competencia interespecífica entre ellos. Estudios sobre competencia forrajera entre especies nativas y exóticas, indican que los herbívoros africanos, tienden a adaptarse a la competencia, disminuyen la diversidad del alimento consumido y basan su dieta en pastos u otras especies disponibles (forrajeros oportunistas). (Armstrong y Harmel, 1981; Jackley y Demarais, 1989; Kingery *et al.*, 1996).

Tabla 2.13. Nivel de significancia de la prueba t-student en la diversidad de la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

	Borrego cimarrón	Borrego berberisco	Venado cola blanca
Primavera			
Borrego cimarrón			
Borrego berberisco	0.009**		
Venado cola blanca	NS	NS	
Verano			
Borrego cimarrón			
Borrego berberisco	0.01**		
Venado cola blanca	NS	0.0003***	
Otoño			
Borrego cimarrón			
Borrego berberisco	0.04*		
Venado cola blanca	0.04*	NS	
Invierno			
Borrego cimarrón			
Borrego berberisco	NS		
Venado cola blanca	NS	0.02*	

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$, NS= no significativo.

La competencia forrajera del venado cola blanca, se ha observado más crítica de manera intraespecífica (entre individuos de la misma especie) que interespecífica (entre especies). Olguín *et al.* (2015), encontraron valores de traslape de dieta menor al 0.55 entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en Tamaulipas. En un bosque de encino en San Luis Potosí, se identificaron 60 especies en la dieta del venado cola blanca, 38 para el sika (*Cervus nippon*), 43 gamo (*Dama dama*) y 51 para el axis (*Axis axis*). Además, el venado seleccionó hierbas, mientras que los exóticos consumieron el forraje en función de su disponibilidad (Vázquez *et al.*, 2004). En forma general, los herbívoros exóticos fuera de su hábitat natural podrían considerarse como forrajeros generalistas, ya que en su dieta aparecen todas las categorías de forraje en proporciones más o menos similares. Mientras que el venado cola blanca se considera un herbívoro más selectivo (Vallentine, 1990; Ramírez *et al.*, 1997).

Aunque, de forma preliminar se puede establecer que cuando el borrego berberisco y el venado cola blanca, comparten el mismo tipo de hábitat no existirá

una competencia alta por el forraje, si puede existir una competencia entre individuos (competencia intraespecífica) de venado cola blanca, sobre todo a densidades altas (Fulbright y Ortega, 2006). En el presente, se identificaron indicios de este tipo de competencia, en particular por el alto consumo de pastos del venado cola blanca en verano y la falta de disponibilidad de herbáceas.

Tabla 2.14. Comparación entre las principales formas biológicas de las plantas en la dieta estacional del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Tipo de vegetación en el hábitat	Principales especies en la dieta			
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Borrego cimarrón	Matorral desértico rosetófilo	H	AA	AA	AA
Borrego berberisco	Matorral desértico rosetófilo	A	H	P	H
Venado cola blanca	Matorral desértico micrófilo	AA	AA	AA	AA

Forma biológica de las plantas: AA=arbóreas y arbustivas; H= herbáceas; P= pastos.

Los resultados de estudio representan el primer antecedente en México sobre la competencia forrajera por explotación entre el borrego cimarrón y borrego berberisco. Aunque se puede establecer de forma preliminar que en un escenario hipotético, el borrego berberisco se adaptaría a utilizar de forma simultánea el forraje con el borrego cimarrón, se recomienda continuar esta línea de investigación en base a las siguientes líneas de trabajo:

- Estudio sobre uso del terreno de escape y cobertura vegetal del borrego cimarrón y borrego berberisco mediante técnicas de telemetría.
- Estudio sobre la composición de la dieta del borrego cimarrón y borrego berberisco en parcela experimental, bajo criterios de exclusión y no exclusión de uso simultáneo del forraje.

CAPÍTULO III

PRODUCCIÓN DE BIOMASA DEL MATORRAL DESÉRTICO ASOCIADA A LA CAPACIDAD DE CARGA DEL BORREGO CIMARRÓN, BORREGO BERBERISCO Y VENADO COLA BLANCA EN COAHUILA, MÉXICO

RESUMEN

La producción de biomasa es el principal elemento del hábitat que influye en la capacidad de carga del hábitat. El objetivo del presente, fue estimar la producción de biomasa estacional del matorral desértico rosetófilo y matorral desértico micrófilo, y la capacidad de carga del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca, en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México. La producción de biomasa se expresó en kg/ha del estrato alto, medio y bajo, mediante el método de Adelaide. La capacidad de carga se estimó de acuerdo al modelo propuesto por Holechek. El hábitat del borrego cimarrón, aportó en promedio 703.89 kg/ha, verano fue la estación de mayor aporte (1,150.67 kg/ha). Mientras que el hábitat del borrego berberisco, aportó en promedio 1065.30 kg/ha, primavera y verano aportaron la mayor cantidad (1,283.68 y 1,421.09 kg/ha, respectivamente). En el hábitat del venado cola blanca, se identificó la menor producción promedio de biomasa (621.19 kg/ha). En los tres sitios, el estrato medio (menor a 1.5 m de altura) aportó la mayor cantidad de biomasa. La capacidad de carga del borrego cimarrón se estimó en 3.76 ha/borrego/año, la del borrego berberisco en 3.50 ha/borrego/año y la del venado cola blanca en 4.94 ha/venado/año. En base a estos resultados, es recomendable aumentar el número de borregos cimarrón, disminuir el de venados cola blanca, con el fin de realizar un manejo sustentable de la cobertura vegetal.

Palabras clave: Adelaide, estrato, hábitat, micrófilo, rosetófilo.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de biomasa es uno de los muchos factores que afecta el número de animales que un área puede mantener. De igual manera, la cantidad, disponibilidad y calidad del forraje, el espacio utilizable, y el agua, son factores a considerar. Aunque algunas definiciones de capacidad de carga consideran factores como el comportamiento, agua y cobertura (Krausman, 2002), el

concepto de capacidad de carga basado en la producción de forraje proporciona la base conceptual más práctica para el manejo de herbívoros, en virtud de que el forraje disponible influye directamente en las tendencias de la población.

La capacidad de carga (K), se define como: el número de animales que el hábitat puede mantener en forma sostenible por unidad de superficie sin ocasionar degradación a la comunidad vegetal u otros recursos vitales (Holechek *et al.*, 2001), y es utilizada como base para el modelaje del crecimiento de la población y tasa de extracción (Miller y Wentworth, 2000). En México y Estados Unidos, se reportan varios estudios sobre capacidad de carga del venado cola blanca (Rojas-Rincón, 2004; López-Téllez, 2007; Granados *et al.*, 2014; Crider *et al.*, 2015). Por el contrario, son pocos los reportados para el borrego cimarrón y ningún antecedente en el caso del borrego berberisco. Además, existe poca información sobre el aprovechamiento del matorral desértico en el noreste de México como fuente de forraje para actividades ganaderas y cinegéticas. El objetivo del presente capítulo, es evaluar la producción de biomasa de especies forrajeras importantes para el borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca, como base para describir la capacidad de carga de los diferentes tipos de vegetación para las tres especies de herbívoros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

En el Capítulo I se describe la ubicación y características del área de estudio.

2.2. Estimación de la producción de biomasa

La productividad de forraje en las cuatro estaciones del año se expresó como la cantidad de biomasa por estrato vegetal en kg/ha (Fulbright y Ortega, 2006). Con el Método de Adelaide (Foroughbakhch *et al.*, 2005) se evaluó la producción de biomasa del estrato alto (mayor a 1.5 m de altura) y medio (menor a 1.5 m de altura), en 18 parcelas de 50 m² y 25 m², respectivamente. Este método consiste

en tomar una unidad de referencia de cada planta dentro de las parcelas (representativa en forma y densidad foliar de toda la planta). Con ella se estimó el número de unidades de cada ejemplar y de cada especie muestreada. Sin embargo, para el estrato bajo (pastos y herbáceas) se realizó la corta total de 18 parcelas de 1 m² (Chávez, 2000). Las muestras de biomasa de pastos, herbáceas y las unidades de referencia se colocaron en bolsas de papel, se etiquetaron y se secaron en horno tipo INOX. 120VAC. de 60HZ. a 75°C hasta peso constante. Por último, las muestras se pesaron en una balanza ENTRIS 8201-1S para obtener el peso seco. Estos datos, se utilizaron para calcular la producción de biomasa en base a la siguiente ecuación (Foroughbakhch *et al.*, 2005):

$$Bt = Ps * ni \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

Bt= Biomasa total

Ps= Peso seco de cada una de las muestras de mano

ni= Número de repeticiones de la especie *i* dentro de las parcelas

Las diferencias en la producción de biomasa por sitio y estación, se calcularon mediante la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis ($\alpha \leq 0.05$) mediante la plataforma R Studio (RStudio Team, 2016).

2.3. Estimación de la capacidad de carga

La capacidad de carga se expresó en número de animales/ha/año y se estimó en el matorral desértico rosetófilo para el borrego cimarrón y borrego berberisco, y en el matorral desértico micrófilo para el venado cola blanca,. Se determinó tomando en cuenta la superficie de cada área de estudio en la UMA Rancho San Juan, la biomasa disponible, el peso vivo de cada especie y el porcentaje de consumo diario de materia seca, en base al modelo descrito por Holechek *et al.* (2001):

$$K = \frac{PV * CDMS * CP}{PMS * 0.25} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

K = Capacidad de carga (ha/animal/año)

PV = Peso vivo del animal (kg)

$CDMS$ = Consumo diario de materia seca (3% del peso vivo del animal)

CP = Ciclo de pastoreo (365 días)

PMS = Producción de materia seca (kg/ha)

0.25 = Porcentaje de utilización del forraje (25%)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico rosetófilo para borrego cimarrón

3.1.1. Producción de biomasa del hábitat del borrego cimarrón

El hábitat del borrego cimarrón, presentó una producción promedio de biomasa del estrato alto de 245.49 ± 43.11 kg/ha, el estrato medio produjo 545.06 ± 352.82 kg/ha, mientras que pastos y herbáceas aportaron 97.46 ± 85.15 kg/ha. En todas las estaciones del año, el estrato medio aportó la mayor cantidad de biomasa. El estrato alto y bajo produjeron más biomasa en otoño (122.15 y 223.49 kg/ha, respectivamente; Figura 3.1). La producción promedio anual de biomasa fue de 703.89 ± 298.01 kg/ha. En verano la producción fue mayor (1150.67 kg/ha), mientras que la menor se identificó en primavera (542.06 kg/ha).

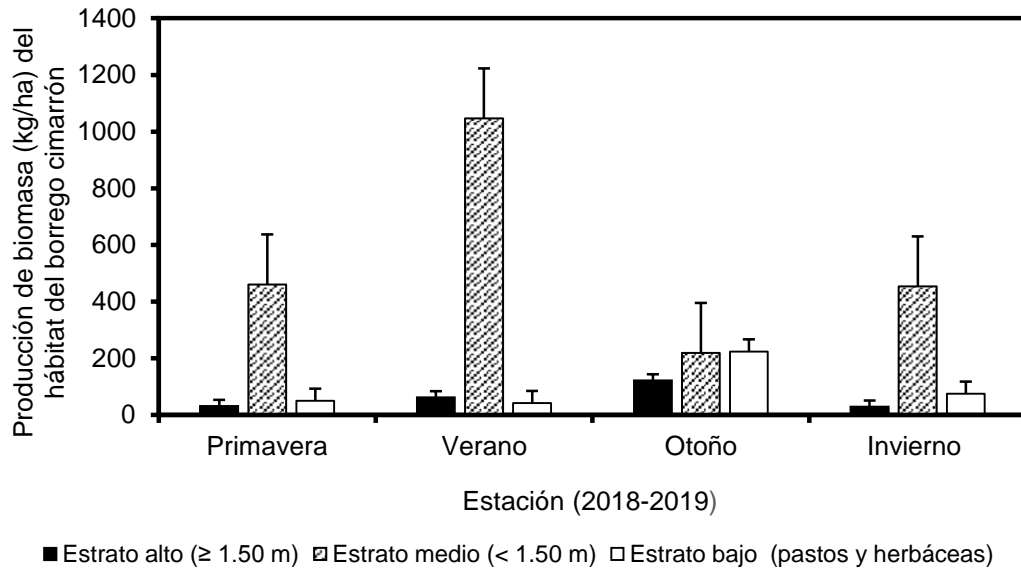


Figura 3.1. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

En primavera, la mayor producción de biomasa la aportó *Agave lechuguilla* y *Euphorbia antisiphilitica* (Figura 3.2). Sin embargo, ninguna de las dos especies se identificó en la dieta de primavera. Por el contrario, *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, representaron el 20.94% de la dieta en primavera, pero solo aportaron el 3.61% (19.56 kg/ha) de la producción de biomasa.

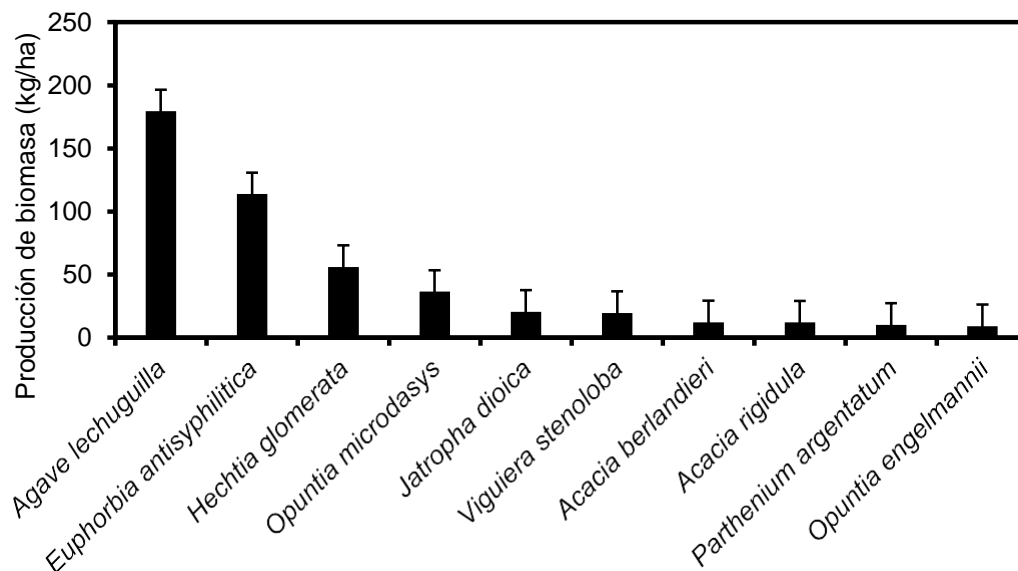


Figura 9. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (461.71 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

De igual manera, en verano *Agave lechuguilla* y *Euphorbia antisyphilitica* representaron el 62.63% de la producción total de biomasa. Sin embargo, durante esta estación solo se registró *Agave lechuguilla* en la dieta del borrego cimarrón con el 1.23%. Durante verano, *Opuntia engelmannii* fue una especie importante en la dieta del borrego cimarrón (14.57%), pero solo aportó el 7.15% (82.22 kg/ha) de la producción estacional de biomasa (Figura 3.3).

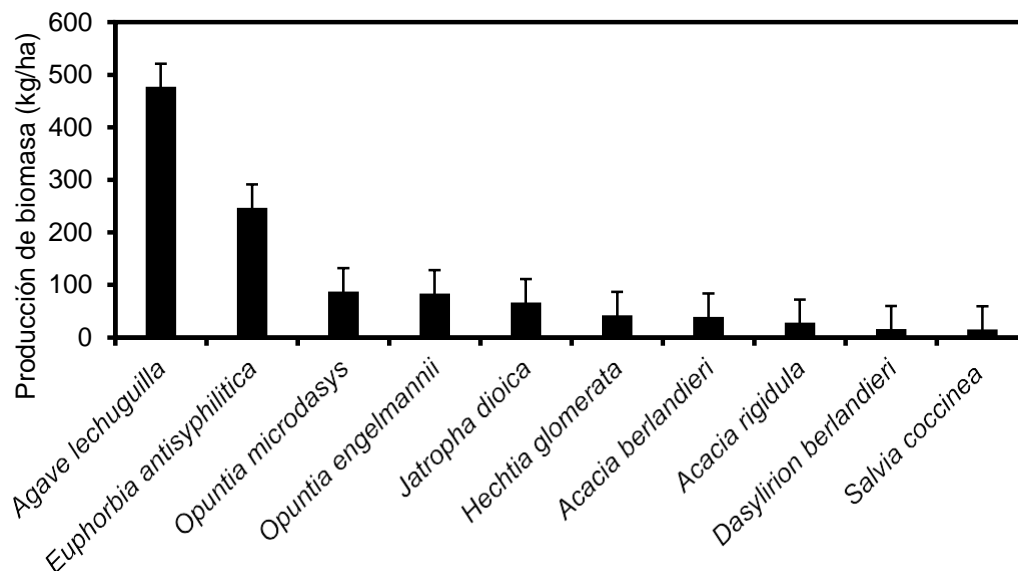


Figura 10. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (1,086.20 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En otoño, *Gochnatia hypoleuca* y *Acacia berlandieri* aportaron mayor cantidad de biomasa (135.45 kg/ha) y representaron el 23.99% de la producción total. Sin embargo, ninguna de las dos especies se registró en la dieta. Por el contrario, *Acacia rigidula*, que fue una especie importante en la dieta de otoño (10.84%), solo aportó el 1.14% (6.46 kg/ha) de la producción de biomasa en otoño (Figura 3.4). En invierno, *Euphorbia antisiphilitica* y *Opuntia microdasys* fueron las especies que mayor biomasa aportaron (Figura 3.5), por el contrario no fueron especies forrajeras importantes para el borrego (0.65% de la dieta de invierno). Especies consumidas por el borrego, como *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, no aportaron una cantidad considerable de biomasa (6.44%, 35.94 kg/ha).

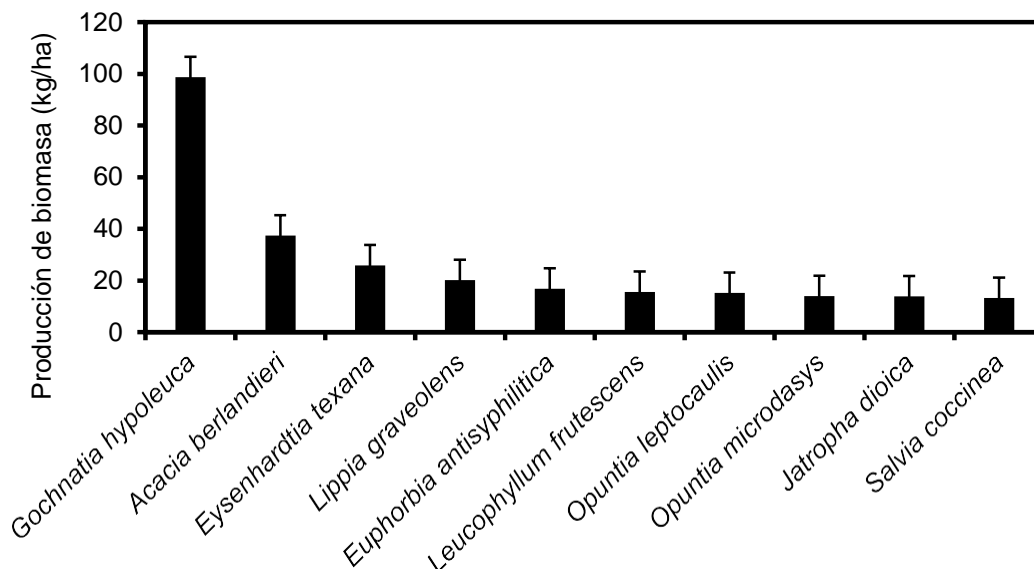


Figura 11. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (267.70 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

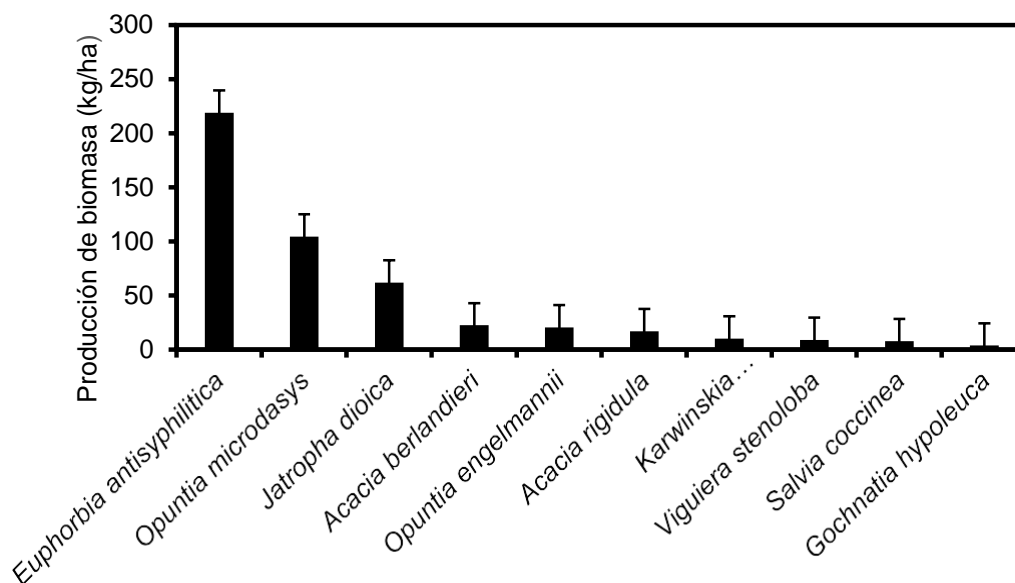


Figura 12. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego cimarrón, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (467.63 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En primavera, el consumo de pastos y herbáceas, fue mayor (52.62%). Sin embargo, fue además de verano, la estación que menos aportó biomasa del estrato bajo (Figura 3.1). La producción del estrato alto y medio, no fue

significativamente diferente entre estaciones. Estos resultados, indican que las especies forrajeras importantes para el borrego cimarrón, no representan un aporte relativamente importante de biomasa, lo cual es reflejo de una fuerte herbivoría que favorece la productividad de especies que no son consumidas. Por ello, puede ser un primer indicador de un sobreuso del forraje. En consecuencia, se estimó la capacidad de carga estacional del borrego cimarrón y se comparó con la densidad actual.

3.1.2. Capacidad de carga del borrego cimarrón

La capacidad de carga (K) del matorral desértico rosetófilo se estimó en 3.76 (\pm 0.31) ha/borrego cimarrón y un total de 106 borregos en un área aproximada de 400 ha. La estación de verano fue la que presentó mayor K (0.57 ha/borrego), mientras que en primavera se registró la menor (1.21 ha/borrego) (Tabla 3.1)

Tabla 3.1. Capacidad de carga estacional del matorral desértico rosetófilo para borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estación (2018 – 2019)	Producción de biomasa (kg/ha)	K (número de ha/borrego)	Total de borregos en 400 ha
Primavera	542.06	1.21	332
Verano	1,150.67	0.57	704
Otoño	564.77	1.16	346
Invierno	558.06	1.17	342

En la UMA Rancho San Juan, actualmente se manejan 77 borregos en una área de 400 ha, lo cual equivale a 5.2 ha/borrego. En base a la estimación de K, esta reserva cuenta con potencial para manejar una población mayor de borregos cimarrón. Aunado a ello, la ausencia de competidores naturales, el suministro de alimento a base de alfalfa (*Medicago sativa*, 6.69% de la dieta) y de agua durante todo el año, incrementan el potencial del hábitat para mantener poblaciones saludables de esta especie. Al respecto Berger (1990), indica que una población de 100 borregos es considerada como el número mínimo para la sobrevivencia a largo plazo. Sin embargo, Wehausen *et al.* (1987), reportó que muchas poblaciones de cimarrones en California, contando con menos de 50 individuos

han sobrevivido por más de 50 años. En Norteamérica, los trasplantes de individuos han sido la principal herramienta de manejo para la restauración de poblaciones de borregos cimarrón en el oeste de Estados Unidos, Canadá y México (Singer *et al.*, 2000). Durante 1995 y 1996, 30 cimarrones (*O. c. weemsi*) fueron capturados en el área de Punta El Mechudo, Baja California Sur y liberados en Isla del Carmen (Jiménez *et al.*, 1997). Para 1999, había más de 300 borregos cimarrones en 26 UMA en Sonora, que fueron establecidas exclusivamente para la reproducción de la especie. Entre los años 2000 y 2002, 48 ejemplares fueron transportados de Sonora a la UMA Pilares, en norte de Coahuila (Espinosa *et al.*, 2002). También se han utilizado ejemplares de Sonora para establecer una población en cautiverio en la UMA La Guardia, en el norte de Chihuahua (Uranga y Valdez, 2011), y en la UMA Rincón de la Madera, localizada en Sierra San Marcos, Coahuila. En este sentido, la UMA Rancho San Juan, tiene el potencial de convertirse en una importante fuente de pies de crías de borrego cimarrón, que apoye los esfuerzos de diferentes instancias gubernamentales y organizaciones civiles, para realizar repoblaciones exitosas en el hábitat natural del borrego cimarrón en el noreste de México.

3.2. Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico rosetófilo para borrego berberisco

3.2.1. Producción de biomasa del hábitat del borrego berberisco

El estrato medio, aportó mayor cantidad promedio de biomasa en el hábitat del borrego berberisco (676.89 ± 406.33 kg/ha), seguido del estrato bajo (257.72 ± 137.97 kg/ha). El estrato alto, aportó la menor cantidad de biomasa promedio por estación (130.69 ± 64.75 kg/ha).

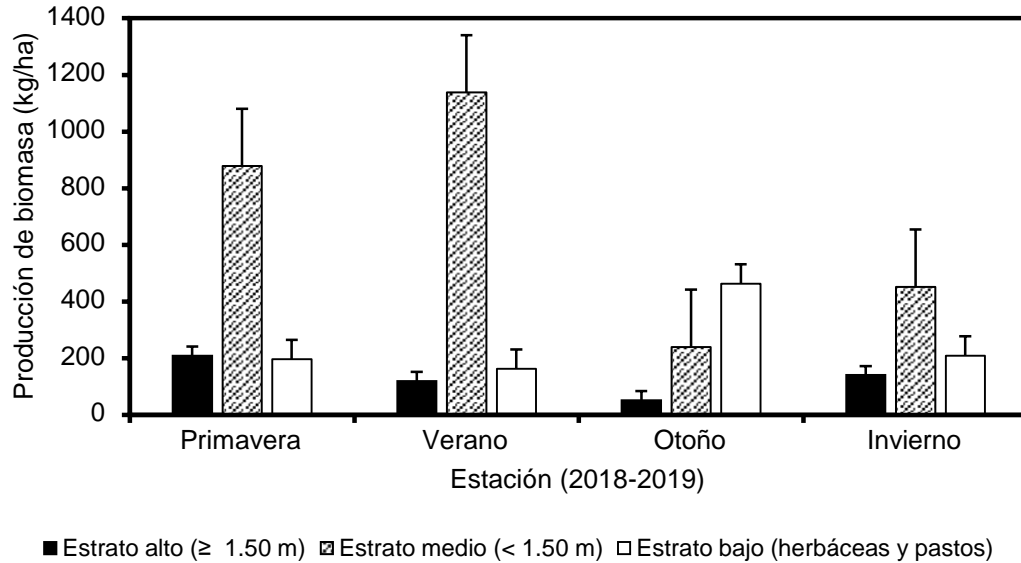


Figura 3.6. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

Primavera y verano, fueron las estaciones que mayor producción de biomasa registraron (1,283.68 y 1,421.09 kg/ha, respectivamente). Otoño, fue la estación que menos aportó biomasa (754.20 kg/ha). En esta estación, los pastos y herbáceas, produjeron mayor cantidad de biomasa (Figura 3.6).

En primavera y verano, las especies con el mayor aporte de biomasa, fueron *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphilitica* y *Hechtia glomerata*. En primavera, estas tres especies, representaron el 59.56% (764.59 kg/ha) del total de la producción de biomasa (Figura 3.7). Sin embargo, ninguna de estas especies se registró en la dieta. Por el contrario, especies forrajeras importantes como *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Gochnatia hypoleuca* y *Opuntia engelmannii*, que representaron el 36.12% de la dieta, aportaron solo el 5.57% (72.78 kg/ha) de la biomasa. De igual manera, en la estación de verano estas especies aportaron el 60.26% (856.30 kg/ha) de la productividad de biomasa (Figura 3.8), pero no fueron consumidas por el borrego berberisco. En esta estación, *Acacia rigidula*

representó el 11.08% de la dieta, pero solo aportó el 1.70 % (24.12 kg/ha) de la producción total de biomasa.

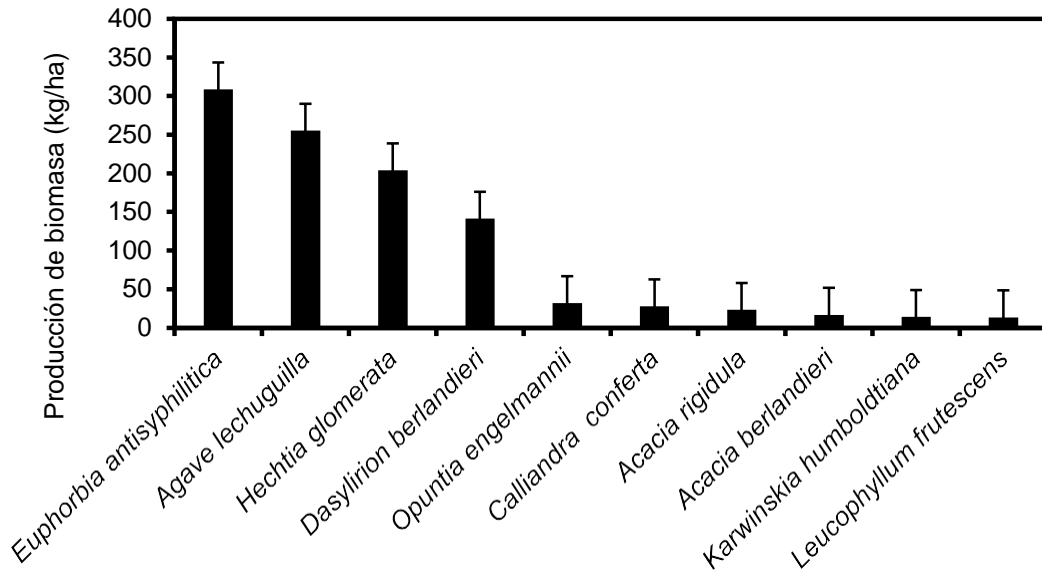


Figura 13. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (1,025.21 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

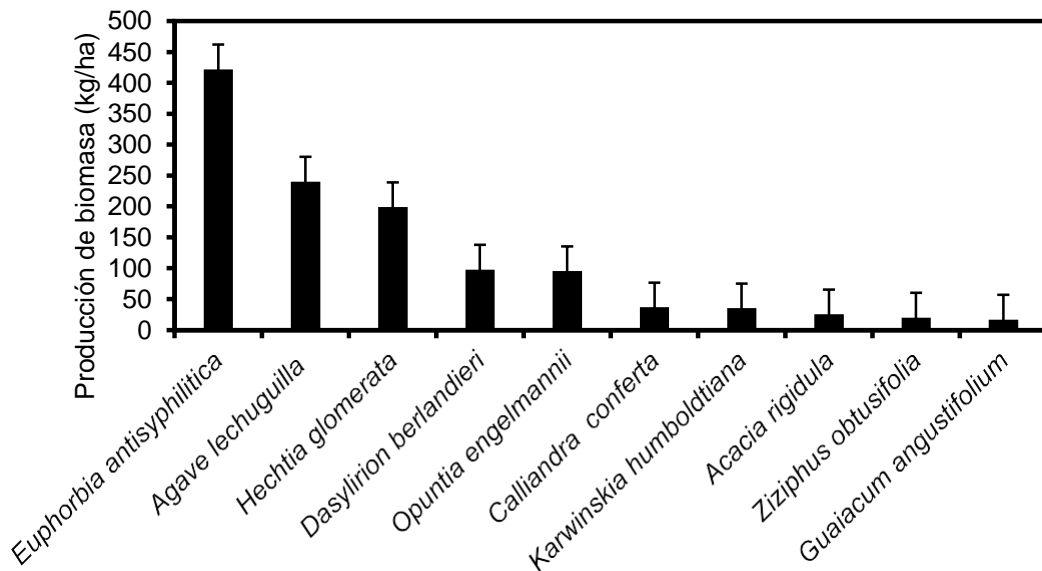


Figura 3.8. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (1,173.92 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En la estación de otoño, las especies con más aporte de biomasa fueron *Dasyliirion berlandieri* y *Karwinskia humboldtiana* (Figura 3.9). Sin embargo, ninguna se registró en la dieta del borrego berberisco. En contraste, *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, que en conjunto representaron el 20.52% de la dieta, solo aportaron el 5.5% (41.44 kg/ha) de la productividad total de biomasa.

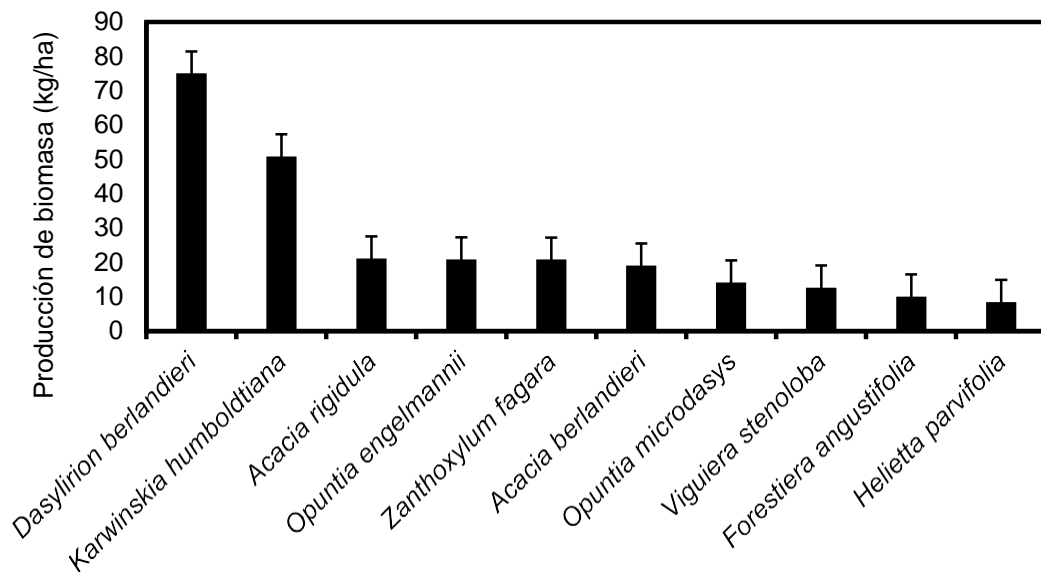


Figura 3.9. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (250.30 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

Por último, en invierno *Opuntia engelmannii* y *Euphorbia antisiphilitica* fueron las especies con la mayor producción (329.79 kg/ha) (Figura 3.10), aunque solo representaron el 9.43% de la dieta. Por otro lado, *Acacia rigidula* una de las principales especies en la dieta estacional del borrego berberisco (12.94%), no aportó una cantidad importante de biomasa (2.95%, 23.67 kg/ha). Además, no se encontró una diferencia significativa en la producción de biomasa estacional.

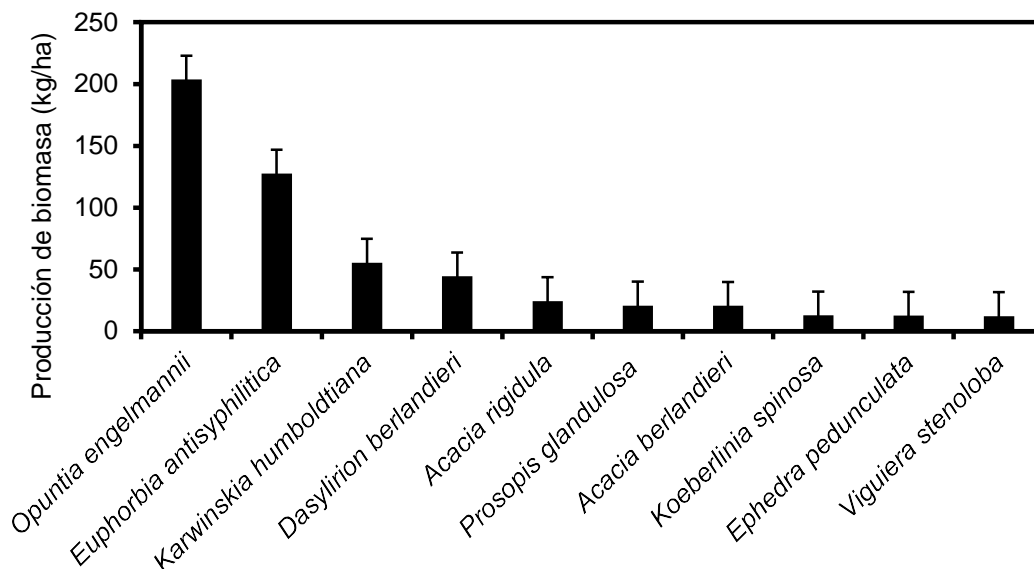


Figura 3.10. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del borrego berberisco, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (527.28 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En forma general, las principales especies que aportan la mayor cantidad de biomasa, no son especies consumidas por el borrego berberisco. Aunque *Agave lechuguilla*, *Hechtia glomerata* y *Euphorbia antisyphilitica* aportan alrededor de la mitad de la producción, no son consideradas especies forrajeras por el borrego berberisco. Sin embargo, que permiten al borrego berberisco contar con una adecuada visibilidad para detectar depredadores. Además, por ser arbustos bajos permiten al borrego establecer rutas de escape y movimiento en Sierra Las Hormigas.

3.2.2. Capacidad de carga del borrego berberisco

La capacidad de carga (K) del matorral desértico rosetófilo para el borrego berberisco se estimó en 3.5 (± 0.29) ha/ borrego berberisco y un total de 343 borregos berberisco en Sierra Las Hormigas, que abarca una superficie aproximada de 1,200 ha (Tabla 3.2). En verano K fue mayor (0.65 ha/borrego berberisco), mientras que en otoño fue menor (1.22 ha/borrego berberisco).

Tabla 3.2. Capacidad de carga estacional del matorral desértico rosetófilo para borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estación (2018 - 2019)	Producción total de biomasa (kg/ha)	K (número de ha/borrego berberisco)	Total de borregos en 1,200 ha
Primavera	1,283.68	0.72	1,678
Verano	1,421.09	0.65	1,858
Otoño	754.20	1.22	986
Invierno	802.22	1.14	1,049

Aunque se estima que en Sierra Las Hormigas, actualmente se encuentra una población aproximada de 475 borregos berberisco, es complicado comparar el tamaño de la población con la capacidad de carga estimada, ya que se han observado evidencias de que los animales transitan libremente a través de la malla de contención, por tanto, los berberiscos tienen una disponibilidad mayor de forraje, y no únicamente la que encuentran en la zona que abarca la UMA Rancho San Juan. Sin embargo, la estimación de K, puede ser útil para tener una referencia del potencial del matorral desértico rosetófilo para el manejo de esta especie.

Originalmente Sierra Las Hormigas, fue parte de un proyecto de reintroducción de borrego cimarrón, sin embargo, la ocupación de esta zona por el borrego berberisco no ha permitido llevarlo a cabo. Aunque esta zona, cuenta con especies forrajeras importantes para el borrego cimarrón como *Acacia rigidula*, *Bouteloua* spp., *Guaiacum angustifolium*, *Karwinskia humboldtiana* y *Opuntia engelmannii*, fuentes de agua naturales y artificiales, y una topografía accidentada, con cañones escarpados, no se recomienda que se introduzcan borregos cimarrón, debido a que los requerimientos de hábitat para el berberisco son similares a los del borrego cimarrón. Además podría dominar las interacciones competitivas con el cimarrón. Las tasas de colonización indican que estos exóticos están bien adaptados a los ambientes desérticos (Simpson *et al.*, 1978). Además, tienen un potencial reproductivo mayor, con una tasa anual de incremento aproximada de 75% (Ogren, 1962), y pueden ser capaces de sobrevivir con una cantidad y calidad de forraje menores (Dickinson y Simpson, 1980). En conclusión, la existencia y dispersión de los berberiscos en el hábitat

histórico del borrego cimarrón en el noreste de México podría dificultar la restauración del borrego cimarrón.

3.3. Producción de biomasa y capacidad de carga del matorral desértico micrófilo para venado cola blanca

3.3.1. Producción de biomasa del hábitat del venado cola blanca

Se estimó una producción de biomasa promedio de 621.20 (± 85.08) kg/ha por estación. En verano y otoño, el aporte fue mayor (744.36 ± 44.20 kg/ha y 607.93 ± 57.77 kg/ha, respectivamente) mientras que en invierno se estimó la menor producción (553.36 ± 50.12 kg/ha). Esta producción es relativamente baja, en comparación con los 1,501 (± 492.35) kg/ha por estación reportados en el estado de Tamaulipas (Olguín *et al.*, 2017) y los 929.2 (± 401.64) kg/ha en Zacatecas (Navarro *et al.*, 2018). La biomasa del hábitat, es un factor fundamental en el desarrollo de los venados. Por ello, esta baja producción influye directamente en la capacidad de carga del matorral. Está documentado que un individuo adulto requiere de un consumo diario de biomasa del 2% al 4% de su peso corporal (Kie *et al.*, 1983; Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006). Sin embargo, el requerimiento varía en función del estado fisiológico, edad del venado, valor nutricional de las plantas disponibles, composición de las especies forrajeras y la distribución espacial del forraje (Stocker y Gilbert, 1977). Kie *et al.* (1983), indican que el peso corporal de los machos adultos se incrementa rápidamente durante la primavera, lo cual aumenta el consumo de forraje.

Las variaciones estacionales en la producción de biomasa encontradas en este estudio coinciden con las variaciones en el consumo estacional de forraje por los venados, reportadas en el sur de Texas. En donde se observa un decremento en el consumo de forraje en verano, seguido de un incremento en otoño y en invierno el mayor decremento en el consumo de forraje (Wheaton y Brown, 1983). El estrato medio aportó la mayor cantidad de biomasa en las cuatro estaciones del año (Figura 3.11), siendo verano, la estación que aportó mayor biomasa

(1,858.52 kg/ha). Esto se debió principalmente a que en julio se registraron 80 mm de precipitación en el área. Sin embargo, se estimó que pastos y herbáceas, produjeron mayor cantidad en invierno (1,032.70 kg/ha). El estrato alto, fue el que menor biomasa aportó (≤ 250 kg/ha).

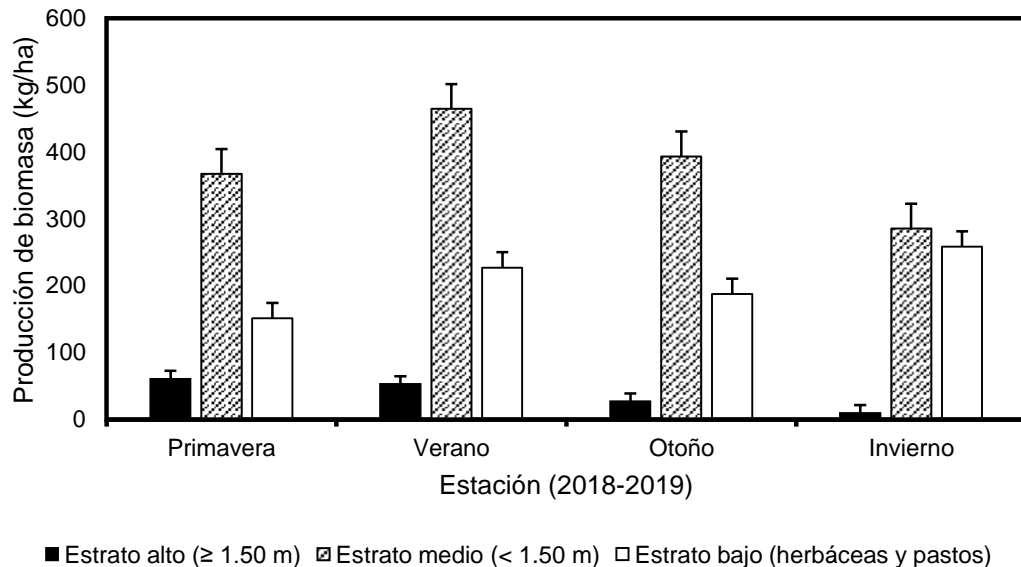


Figura 3.11. Variación en la producción estacional de biomasa del hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En la primavera, *Euphorbia antisiphilitica* y *Agave lechuguilla*, fueron las especies con el mayor aporte de biomasa (Figura 3.12). Sin embargo, solo representaron el 3.86% de la dieta del venado cola blanca en primavera. Por el contrario, *Opuntia engelmannii* que fue una especie importante en la dieta (18.73%), fue una de las 10 especies con más producción de biomasa en primavera. Otra especie forraje como *Eysenhardtia texana* (8.54%), fue la planta con el menor aporte de biomasa en esta estación (0.06 kg/ha). Por su parte, en el verano, *Agave lechuguilla* y *Opuntia engelmannii* aportaron la mayor cantidad de biomasa (265.35 kg/ha) (Figura 3.13). Sin embargo, en esta estación se observó el menor porcentaje de *Opuntia engelmannii* en la dieta del venado

(4.29%). Contrariamente, *Acacia rigidula*, una especie forrajera importante en verano (12.57%), no presentó una producción relativamente alta de biomasa.

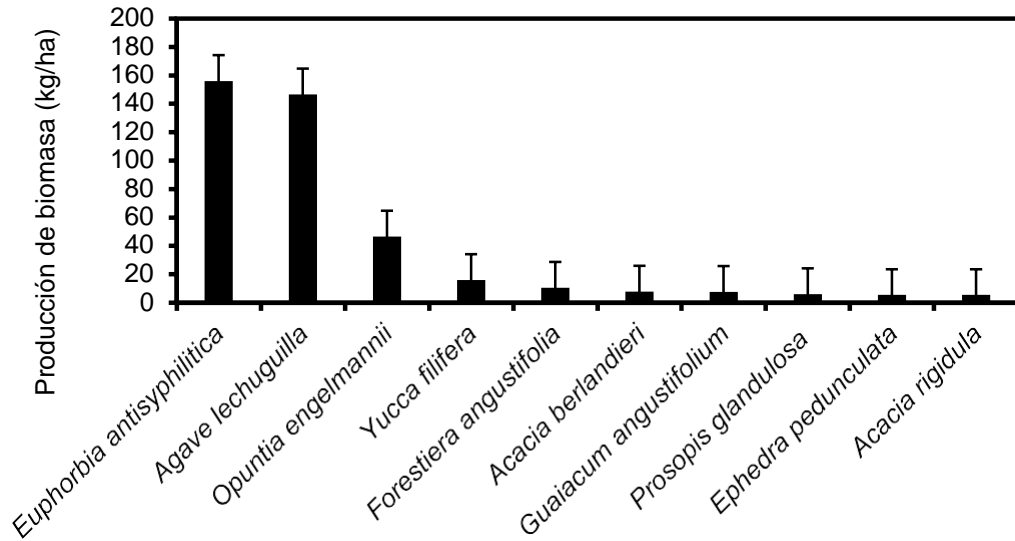


Figura 3.12. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (428.19 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

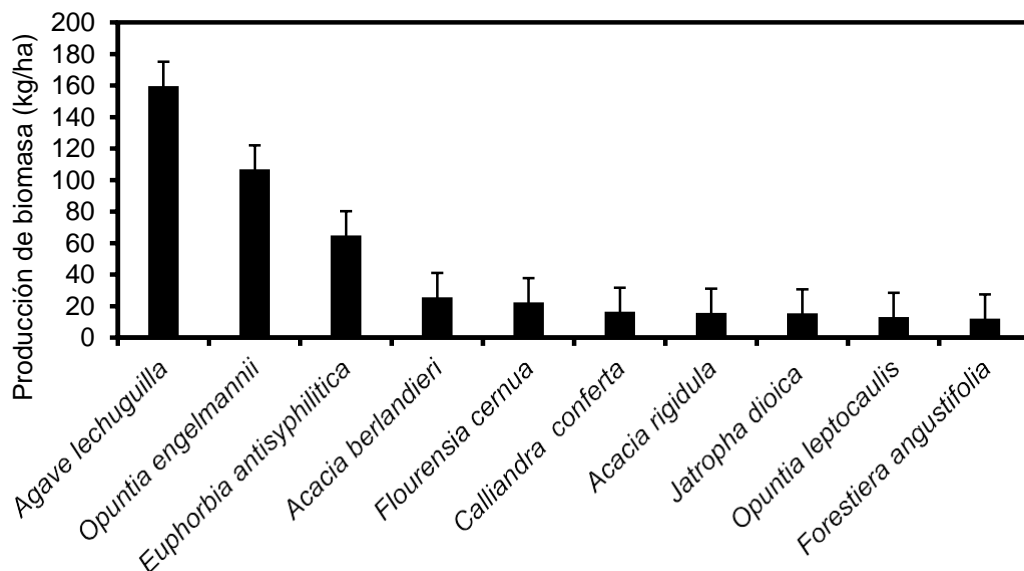


Figura 3.13. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (517.46 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

En otoño e invierno, *Opuntia engelmannii* representó el 40.87% (248.49 kg/ha) y 16.95% (93.80 kg/ha), respectivamente, de la producción total de biomasa (Figura 3.14 y 3.15). Durante otoño, fue una especie importante en la composición de la dieta del venado cola blanca (15.40%). Sin embargo, otra especie forrajera importante como *Acacia rigidula*, solo aportó el 2.44% (14.85 kg/ha) de la producción de biomasa de otoño. De igual manera, en invierno *Opuntia engelmannii* representó el 14.90% de la dieta. Por el contrario, *Leucophyllum frutescens*, que representó el 10.61% de la dieta, solo aportó el 0.01% (3.07 kg/ha) de la producción de biomasa.

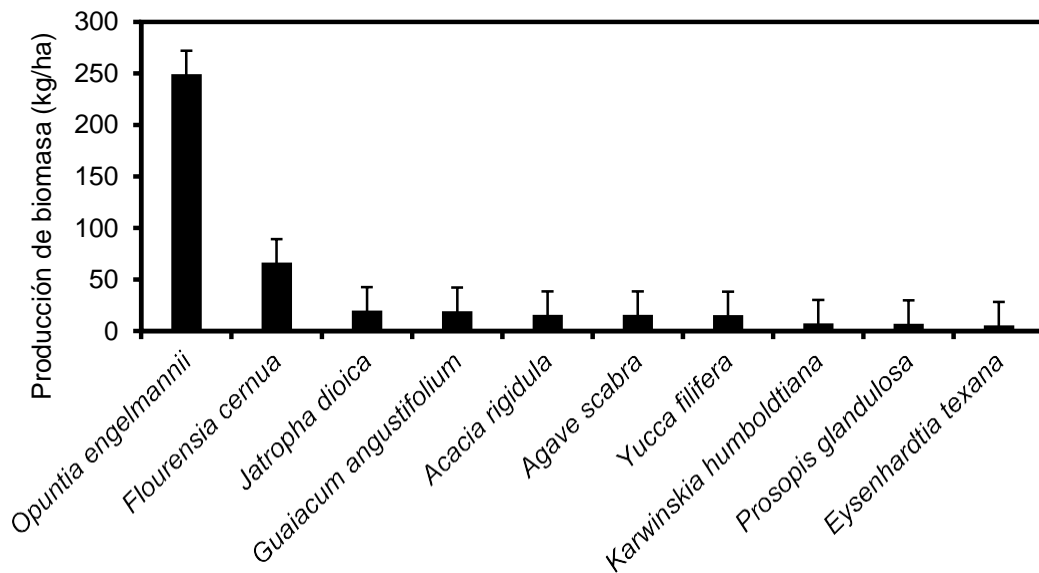


Figura 3.14. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (420.58 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

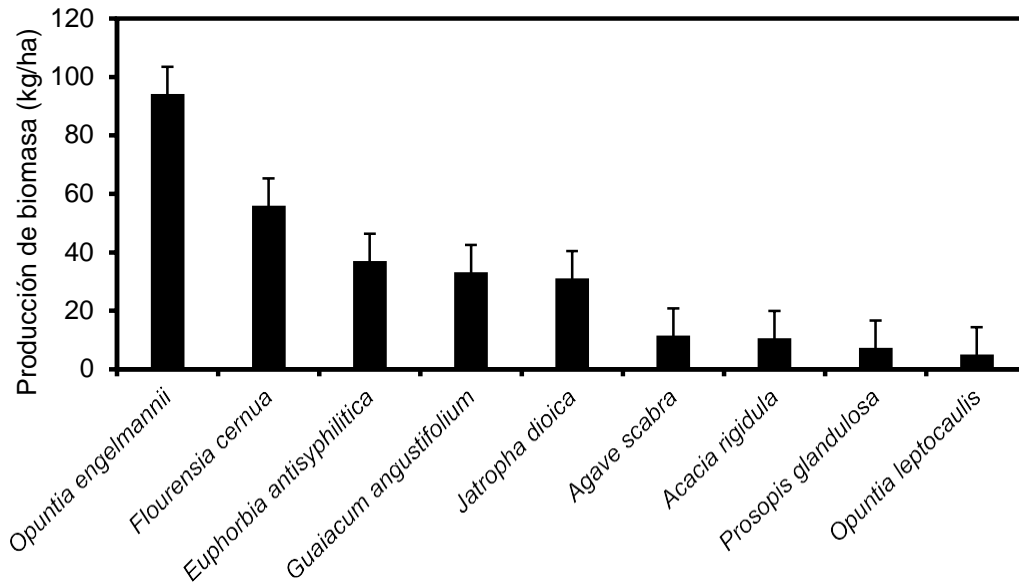


Figura 3.15. Especies con el mayor aporte de biomasa en el hábitat del venado cola blanca, durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (295.18 kg/ha en total; las líneas verticales sobre las barras indican el error típico).

El venado cola blanca, prefiere alimentarse de hojas y tallos jóvenes de arbustos, con mayor contenido de proteína y relativamente bajo contenido en fibra y lignina (Ramírez, 2004). En este sentido, el matorral brinda los mayores valores de biomasa de arbustos en el año, en especial en verano, época donde los venados requieren más forraje, para producir el alimento de los cervatos (Fulbright y Ortega, 2006). Por otro lado, la producción de herbáceas y gramíneas, es necesaria, ya que el venado las consume cuando existe competencia por alimento (Ramírez, 2004). Como se mencionó anteriormente, *Acacia berlandieri* y *Acacia rigidula* son plantas preferidas por el venado, y aunque fueron identificadas en este estudio como parte del matorral, su producción promedio de biomasa estacional (18.79 ± 15.13 kg/ha) en relación al peso promedio de biomasa por estación (621 ± 85.08 kg/ha) no fue alto ($< 5.5\%$). Por el contrario, los pastos que tienen alto contenido de lignina y bajo porcentaje de digestibilidad, presentaron una mayor producción promedio de biomasa (187.11 ± 45.28 kg/ha) por estación. Llegando a representar el 43.84% de la producción de biomasa en el invierno.

3.3.2. Capacidad de carga del venado cola blanca

La capacidad de carga (K) del matorral desértico micrófilo se estimó en 4.94 (± 0.15) ha/venado/año, y un total de 209 venados en 1,030 ha. En primavera e invierno K fue mayor (1.31 y 1.37 ha/venado, respectivamente) (Tabla 3.3). Mediante un censo aéreo realizado en octubre de 2020, se estimó una densidad de 1.77 ha/venado, lo cual equivale a 582 venados en 1,030 ha. Lo cual, refleja que la densidad actual de venados está por encima de la capacidad de carga del hábitat. Aunque el suministro de agua, y alimento en forma de pellets y semillas de algodón, que son altamente digestibles por los venados y tienen un alto contenido de proteína, han permitido el desarrollo de la población por encima de K, se observó que los venados consumen un alto porcentaje de pastos, lo cual es un primer indicador de un sobreuso del hábitat (Fulbright y Ortega, 2006). Además, especies básicas en la dieta como *Acacia rigidula* y *Acacia berlandieri*, no representaron un alto aporte de biomasa en relación a los pastos.

Estos resultados, difieren con lo reportado por Navarro *et al.* (2018), ya que reportan 34.67 ha/venado/año en una área conservada, y 38.40 en era fragmentada de la Sierra El Laurel, en Tlachichila, Zacatecas. En la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Gallina (1993), estimó K en 0.22 venados/ha. En un bosque tropical seco en Jalisco, Mandujano (2008) estima K entre 16 y 18 venados/km², mientras que en la región de la mixteca, Villarreal-Espino (2006) la estimó en 10 venados/km². En ambas regiones, la densidad poblacional está por debajo de la capacidad de carga.

Tabla 3.3. Capacidad de carga estacional del matorral desértico micrófilo para venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estación (2018-2019)	Producción total de biomasa (kg/ha)	K (número de ha/venado)	Total de venados en 1,030 ha
Primavera	579.14	1.31	789
Verano	744.36	1.02	1,014
Otoño	607.93	1.24	828
Invierno	553.36	1.37	754

Los métodos de muestreo pueden ocasionar errores en la estimación de la capacidad de carga en base a la biomasa de forraje. Por ejemplo, los esquemas de muestreo no toman en cuenta los patrones de pastoreo de los herbívoros (Krausman, 2002). El valor de uso de forraje permitido (25%), no considera pérdidas por pisoteo, forraje contaminado por heces, roedores e insectos. Por ejemplo, en un estudio realizado en Utha, los herbívoros realizaron pérdidas por pisoteo del 23% del forraje disponible (Laycock *et al.*, 1972). Además, pequeños mamíferos en pastizales del desierto pueden consumir hasta 20% de forraje disponible para herbívoros grandes (French *et al.*, 1976).

Por lo anterior, las estimaciones de la capacidad de carga son solamente una aproximación y pueden ser más útiles como un índice para orientar decisiones de manejo (Fulbright y Ortega, 2006). Las cuales, deberían basarse en tendencias temporales de la capacidad de carga, y cuando se detecte una tendencia decreciente, es un indicador de la necesidad de reducir la densidad de venados (Bonham, 1989). Como se mencionó anteriormente, la relación entre la producción de forraje de especies forrajeras, es también un adecuado indicador de un sobreuso del forraje. Además, la incorporación del valor nutricional del forraje puede refinar las estimaciones de la capacidad de carga, las cuales se recomienda realizar de forma anual.

5. CONCLUSIONES

El hábitat del borrego cimarrón, está dominado por matorral desértico rosetófilo, compuesto por 42 especies vegetales, representadas por 17 familias. Las arbóreas, arbustivas y pastos, fueron las especies más importantes en el hábitat.

Las principales especies en el hábitat del borrego cimarrón fueron: *Agave lechuguilla*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Lippia graveolens*, *Jatropha dioica* y *Opuntia microdasys*.

La diversidad, riqueza y dominancia de especies vegetales en el hábitat del borrego cimarrón, fueron mayores en otoño.

El hábitat del borrego berberisco, está caracterizado por matorral desértico rosetófilo, compuesto por 50 especies de plantas y 22 familias.

Las especies arbóreas y arbustivas, predominaron en el hábitat del borrego berberisco durante las cuatro estaciones del año.

La riqueza de especies en el hábitat de borrego berberisco, aumento a partir de otoño, pero se mantuvo constante la dominancia y diversidad.

El hábitat del venado cola blanca, se caracterizó por matorral desértico micrófilo. Se registró un total de 42 especies de plantas, representadas por 21 familias.

En el hábitat del venado cola blanca, las arbóreas y arbustivas predominaron en primavera y verano, y los pastos en otoño e invierno.

La riqueza de plantas en el hábitat del venado, fue mayor en otoño. La diversidad y dominancia, disminuyeron de primavera a invierno.

La dieta del borrego cimarrón se compuso de 49 especies, incluidas en 20 familias. La dieta anual se compuso de 38.21% arbóreas y arbustivas, 31.82% herbáceas, 15.83% pastos y 14.15% succulentas.

Las principales especies en la dieta del borrego cimarrón fueron *Tiquilia canescens*, *Croton torreyanus*, *Opuntia engelmannii* y *Acacia rigidula*.

La dieta del borrego cimarrón fue más diversa en invierno.

El borrego cimarrón consumió *Acacia rigidula* de manera proporcional a su disponibilidad, seleccionó *Opuntia engelmannii* y evito el consumo de *Opuntia Opuntia microdasys*.

La dieta del borrego berberisco se compuso de 64 especies y 21 familias. La dieta anual se conformó de 36.02% arbóreas y arbustivas, 29.83% herbáceas, 22.40% pastos y 11.76% succulentas.

Las principales especies en la dieta del borrego berberisco fueron *Tiquilia canescens*, *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*.

La dieta del borrego berberisco fue más diversa en otoño.

El borrego berberisco consumió proporcionalmente *Acacia rigidula*, evito *Guaiaacum angustifolium*, y seleccionó *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis*.

Se identificaron 49 especies y 20 familias en la dieta del venado cola blanca. La dieta anual se conformó de 49.84% arbóreas y arbustivas, 18.38% succulentas, 16.02% herbáceas y 15.72% pastos.

Las principales especies en la dieta del venado fueron *Opuntia engelmannii*, *Acacia rigidula*, *Eysenhardtia texana* y *Erioneuron pulchellum*.

El venado cola blanca, consumió de manera proporcional *Acacia rigidula* y *Cenchrus ciliaris*, evitó *Euphorbia antisyphilitica* y seleccionó *Opuntia engelmannii*.

La similitud en la composición de la dieta del borrego cimarrón, borrego berberisco y venado cola blanca fue alta.

En ninguno de los tres herbívoros, la diversidad de la dieta se relacionó con la diversidad de la cobertura vegetal.

El hábitat del borrego cimarrón, presentó una producción promedio de biomasa de 703.89 kg/ha. El estrato medio aportó la mayor cantidad en todo el año.

El hábitat del borrego berberisco registró una producción promedio de biomasa de 1,065.30 kg/ha. El estrato medio, aportó mayor cantidad promedio de biomasa.

El hábitat del venado cola blanca, aportó en promedio 621.19 kg/ha. El estrato medio aportó la mayor cantidad de biomasa durante todo el año.

La capacidad de carga del matorral desértico rosetófilo se estimó en 3.76 ha/cimarrón/año y 3.50 ha/berberisco/año.

La capacidad de carga del matorral desértico micrófilo se estimó en 4.94 ha/venado/año.

6. LITERATURA CITADA

- Aguiar, A. D., Tedeschi, L. O., Rouquette, F. M., McCuiston, K., Ortega-Santos, J. A., Anderson, R., & Moore, S. (2011). Determination of nutritive value of forages in south Texas using an in vitro gas production technique. *Grass and Forage Science*, 66(4), 526–540. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2011.00809.x.
- Allen, E. O. (1968). Range use, foods, condition, and productivity of white-tailed deer in Montana. *Journal of Wildlife Management*, 32(1), 130-141. DOI: 10.2307/3798247.
- Amstrong, W. E., & Harmel, D. E. (1981). Exotic mammals competing with the natives. *Texas Parks and Wildlife Magazine*, 39, 6-7.
- Arceo, G., Mandujano, S., Gallina, S. A., & Pérez, J. L. (2005). Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia*, 69(2), 159-168. DOI: 10.1515/mamm.2005.014.
- Arnold, L. A., & Drawe, L. (1979). Seasonal food habits of white-tailed deer in the South Texas Plains. *Journal of Range Management*, 32, 175-178. DOI: 10.2307/3897116.
- Ben Mimoun, J, & Noura, S. (2015). Food habits of the berberisco *Ammotragus lervia* in the Bou Hedma mountains, Tunisia. *South African Journal of Science*, 111(11/12), 1-5. DOI: 10.17159/sajs.2015/20140448.
- Beger, J. (1990). Persistence of different-sized populations: an empirical assessment of rapid extinctions in bighorn sheep. *Conservation Biology*, 4, 91-98.
- Bonham, C. D. (1989). Measurements for terrestrial vegetation. New York: Wiley.

- Brewer, C. E. (2001). Diets and seasonal forage utilization of desert bighorn sheep at Elephant Mountain, Wildlife Management Area. Project No. WBB04. Final Report. Texas Parks and Wildlife Department, Austin, EUA.
- Brewer, C. E., Bleich, V. C., Foster, J. A., Hosch-Hebdon, T., Mcwhirter, D. E., Rominger, E. M., Wagner, M. W., & Widmann, B. P. (2014). Bighorn sheep: conservation challenges and management strategies for the 21st century. Wild sheep working group, western association of fish and wildlife agencies. Cheyenne, Wyoming, EUA.
- Burke, K. M. (2003). Seasonal diets and foraging selectivity of White-tailed deer in the Rolling Plains ecological región. Master's thesis, Southwest Texas State University, San Marcos.
- Byers, C. R., Steinhorst, R. K., & Krausman, P. R. (1984). Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 48, 1050-1053. DOI: 10.2307/3801467.
- Campbell, T. A., & Hewitt, D. G. (2014). Mineral metabolism by white-tailed deer fed diets of guajillo. *The Southwestern Naturalist*, 49(3), 367–375. DOI: 10.1894/0038-4909(2004)049<0367:MMBWDF>2.0.CO;2.
- Canfield, R. H. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Southwestern Forest and Range Vegetation. Journal of Forestry*, 39(4), 388-394.
- Chao, A., & Lee, S. M. (1992). Estimating the number of clases via sample coverage. *Journal of American Statistical Association*, 417, 210-217. DOI: 10.1080/01621459.1992.10475194.

- Chávez, G. O. (2000). Determinación de la calidad del hábitat, dieta y calidad de forraje para tres especies de cérvidos en Montemorelos, Nuevo León. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de Méx., México. 113 p.
- Crider, B. L., Fulbrigh, T. E., Hewitt, D. G., Deyoung, C. A., Priesmeyer, W. J., Echols, K., & Draeger, D. (2015). Influence of white-tailed deer population density on vegetation standing crop in a semiarid environment. *Journal of Wildlife Management*, 79(3), 413-424. DOI: 10.1002/jwmg.856.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. DOI: 10.2307/1931725
- Delfín, C., Gallina, S. A., & López, C. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science*, 2(2), 215–228. DOI: 10.1177/194008290900200208.
- DelGiudice, G. D., Mech, L. D., & Seal, U. S. (1989). Physiological assesment of deer populations by chemical analysis of urine in snow. *Journal of Wildlife Management*, 53, 284-291. DOI: 10.2307/3801124.
- Diario Oficial de la Federación [D.O.F.]. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Segunda sección, 30-12-2010, 1-77.
- Dickinson, T. G., & Simpson, C. D. (1980). Home range, movements, and topographic selection of barbary sheep in the Guadalupe, Mountains, New Mexico. En C. D. Simpson, editor. Proceedings of the symposium on ecology and management of barbary sheep (78 -86). Texas Tech University Press, Tucson, EUA.

- Dyksterhuis, E. J. (1948). The vegetation of the western Cross Timbers. *Ecological Monographs*, 18, 325-3376. DOI: 10.2307/1948576.
- Efron, B. (1992). Bootstrap methods: another look at the Jackknife. *Breakthroughs in Statistics*, 569–593. DOI: 10.1007/978-1-4612-4380-9_41.
- Elenowitz, A. S. (1983). Hábitat use and population dynamics of transplanted desert bighorn sheep in the Peloncillo Mountains, New Mexico, Tesis, New Mexico State University, Las Cruces, EUA.
- Escobar, J. G., Álvarez, S., Valdez, R., Torres, J., Díaz, S., Castellanos, A., & Martínez, R. (2015). Selección del terreno de escape y cobertura vegetal del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en Baja California, mediante Técnicas de Teledetección Satelital. *Therya*, 6(3), 519-534. DOI: 10.12933/therya-15-284.
- Espinosa, T. A., Sandoval, A. V., & Valdez, R. (2002). Progress report: CEMEX desert bighorn sheep reestablishment program. *Desert Bighorn Council Transactions*, 46, 4-5.
- Espinosa, A., Sandoval, A. V., & Contreras, A. J. (2006). Historical distribution of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*) in Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 51(2), 282-288. DOI: 10.1894/0038-4909(2006)51[282:hdodbs]2.0.co;2.
- Espino-Barros, O. V., & Fuentes, M. M. (2005). Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54(206-207), 191-196.
- Fa, J. E., & Morales, L. M. (1993). Patterns of mammalian diversity in Mexico. Pages 319–364 in T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, editors. Biological diversity of Mexico: origins y distribution. Oxford University Press, New York, New York, USA.

- Foroughbakhch, R., Reyes, G., Alvarado, M. A., Hernández, J., & Rocha, A. (2005). Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 216(1-3), 359–366. DOI: 10.1016/j.foreco.2005.05.046.
- Fracker, S. B., & Brichtle, J. A. (1944). Measuring the local distribution of *Ribes*. *Ecology*, 25, 283-303. DOI: 10.2307/1931277.
- French, N. R., Grant, W. E., Grodzinski, W., & Smith, D. M. (1976). Small mammal energetics in grassland ecosystems. *Ecological Monographs*, 46, 201-220.
- Fulbright, T. E., & Ortega, J. A. (2006). White-tailed deer habitat: ecology and management in rangelands. Texas A&M University Press, College Station, Texas, EUA. 265 p.
- Gallina, S. A., & Ezcurra, E. (1981). Biology and Population Dynamics of white-tailed deer in Northwestern Mexico. In: Ffolliott, P. F. and S. Gallina (eds.). Deer biology, habitat requirements and management in Western North America. Instituto de Ecología. México, D. F., México. pp. 77-108.
- Gallina, S. A. (1993). White-tailed deer and cattle diets in La Michilía, Durango, Mexico. *Journal of Range Management*, 46(6), 487-492. DOI: 10.2307/4002857.
- Gallina, S. A., Hernández, A., Delfín, C., & González, A. (2009). Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental*, 1(2), 143-152.
- Gallina, S. A., & Bello, J. (2010). El gasto energético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en relación a la precipitación en una zona semiárida de México. *Therya*, 1(1), 9–22. DOI: 10.12933/therya-10-1.

- García, E. (1988). Modificaciones al régimen de clasificación climática de Köppen, México. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 90 p.
- Gastelum, F. I. (2014). Dieta y segregación del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Merriam, 1901) en Sonora, México. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Campus San Luis Potosí, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México.
- Gee, K. L., Porter, M. D., Demarais, S., Bryant, F. C., & Van Vreede, G. (1991). White-tailed deer: their foods and management in the Cross Timbers. Ardmore, Okla.: Samuel Roberts Noble Foundation.
- Ginnet, T. F., & Douglas, C. L. (1982). Food habitats of feral burros and desert bighorn sheep in Death Valley National Monument. *Desert Bighorn Council Transactions*, 24, 81-87.
- González, S., Álvarez, S., Uvalle, J., & Guerrero, C. (2000). Dieta alimentaria del borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en la Sierra el Mechudo, Baja California Sur. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, México.
- Granados, D., Tarango, L., Olmos, G., Palacio, J., Fernando, C., & 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), 699-714.
- Hall, E. R. (1981). The mammals of North America. Second edition. John Wiley and Sons, New York 2: 601-1181.

- Hanley, T. A. (1982). The nutritional basis for food selection by ungulates. *Journal of Range Management*, 35, 146-151. DOI: 10.2307/3898379.
- Hedrick, P. W. (2013). Conservation genetics and the persistence and translocation of small populations: bighorn sheep populations as examples. *Animal Conservation*, 17(2), 106–114. DOI: 10.1111/acv.12064.
- Hernández, D. A., Pulido, M., Zuria, I., Gallina, S., & Sánchez, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria*, 28(4), 31–41. DOI: 10.15174/au.2018.2171.
- Holechek, J. L., Vavra, M., & Pieper, R. D. (1982). Botanical composition determination of range herbivore diets: a review. *Journal of Range Management*, 35(3), 309-315. DOI: 10.2307/3898308.
- Holechek, J. L., Pieper, R. D., & Herbel, C. H. (2001). *Range management: principles and practices*. 4th. ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI]. (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 serie V Conjunto Nacional.
- Ivlev, V. S. (1961). *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press. New Haven.
- Jackley, J. J., & Demarais, S. (1989). Dietary overlap among axis, fallow, sika and white-tailed deer in the Edwards Plateau. *Big game*, vol. 20. pp. 30.
- Jiménez, S., Hernández, C., DeForge, J. R., & Valdez, R. (1997). Update on the conservation plan for Weems desert bighorn on Carmen Island, Baja California Sur, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions*, 4, 44-50.

- Jones, F. L. (1980). Competition. The bighorn sheep. University Arizona Press, Tucson, 197-216.
- Kie, J. G., Drawe, D. L., & Scott, G. (1980). Changes in diet and and nutrition with increased herd size in Texas white-tailed deer. *Journal of Range Management*, 33, 28- 34. DOI: 10.2307/3898222.
- Kie, J. G., White, M., & Drawe, D. (1983). Condition parameters of white-tailed deer in Texas. *Journal of Wildlife Management*, 47(3), 583-594. DOI: 10.2307/3808596.
- Kingdon, J. (1997). The Kingdon field guide to African mammals. Academic Press. Londres, Inglaterra.
- Kingery, L. J., Mosley, J. C., & Bordwell, K. C. (1996). Dietary overlap among cattle and cervids in Northern Idaho forest. *Journal of Range Management*, 49, 8-15. DOI: 10.2307/4002718.
- Krausman, P. R. (2002). Introduction to wildlife management: the basics. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Kulczynski, S. (1928). Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. Bull. Int. Acad. -Pol. Sci. Lett. Cl. Sci. Math. Nat. Ser. B, (Suppl. II), 1927, 57-203.
- Laycock, W. A., Buchanan, H., & Krueger, W. C. (1972). Three methods for determining diet, utilization, and trampling damage on sheep ranges. *Journal of Range Management*, 25, 252-256.
- López-Téllez, E. A. (2007). Evaluación poblacional del venado cola blanca en un bosque tropical seco de la Mixteca Poblana, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 23(3), 1-16. DOI: 10.21829/azm.2007.233581.

- Lorenzo, C., & González-Ruiz, N. (2018). Mammals in the Mexican Official Norm NOM-059-SEMARNAT-2010. *Therya*, 9(1), 69–72. DOI: 10.12933/therya-18-565.
- Mandujano, S. (2008). Precipitación, capacidad de carga y potencial de uso de los ungulados en un bosque tropical seco. En E. Espinosa Medinilla, y C. Lorenzo, editores. *Avaneces Mastozoológicos* (637-660). Vol. 2. AMMAC, México, D.F.
- Mandujano, S., Delfín-Alfonso, C. A., & Gallina, S. A. (2010). Comparison of geographic distribution models of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) subspecies in Mexico: biological and management implications. *Therya*, 1(1), 41–68. DOI: 10.12933/therya-10-5.
- Margalef, D. R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3, 36-71.
- Martínez, R. G., & Galindo, M. E. (2001). Feeding habits of bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) in San Pedro Martir Sierra, Baja California, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions*, 45, 111-123.
- Martínez-Polanco, M. F., Montenegro, O. L., & Peña L. (2015). La sostenibilidad y el manejo de la caza del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por cazadores-recolectores del periodo Precerámico de la sabana de Bogotá, en el yacimiento arqueológico de Aguazuque (Colombia). *Caldasia*, 37(1), 1. DOI: 10.15446/caldasia.v37n1.50978.
- McKinney, S., & Smith, T. W. (2007). Diets of adults and lambs of desert bighorn sheep during years of varying rainfall in central arizona. *The Southwestern Naturalist*, 52(4), 520- 527. DOI: 10.1894/0038-4909(2007)52[520:doaalo]2.0.co;2.
- Mellink, E. (1989). Megaherbívoros exóticos en la utilización de los agostaderos áridos y semiáridos del norte de México. In: *Memorias del VII Simposio sobre Fauna Silvestre*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional

Autónoma de México. 18 a 22 de septiembre. México, D. F., México. pp. 111-130.

Meyer, M. W., Brown, R. D., & Graham, M. W. (1984). Protein and energy content of white-tailed deer diets in the Texas Coastal Bend. *Journal of Wildlife Management*, 48, 527-534. DOI: 10.2307/3801185.

Miller, G. D., & Gaud, W. S. (1989). Composition and variability of desert bighorn diets. *Journal of Wildlife Management*, 53, 597-606. DOI: 10.2307/3809182.

Miller, K. V., & Wentworth, J. M. (2000). Carrying capacity. In Ecology and management of large mammals in North America, ed. S. Demarais and P. R. Krausman, 140 – 155. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall.

Miranda, F., & Hernández-X, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 29-179. DOI: 10.17129/botsci.1084.

Naranjo, E. J., & Bodmer, R. E. (2007). Source–sink systems and conservation of hunted ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. *Biological Conservation*, 138(3-4), 412–420. DOI: 10.1016/j.biocon.2007.05.010.

Navarro, J. A., Olmos, G., Palacio, J., Clemente, F., & Vital, C. (2018). Dieta, población y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad*, 11(6), 15-23.

Nowak, R. M. (1991). Walker's mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EUA.

- O'Farril, G. (2003). Dieta y uso de hábitat de borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus shledoni*) en Isla Tiburón, Sonora, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Ogren, H. A. (1962). Barbarys heep of New Mexico. Bull. 11. New Mexico Dept. of Game and Fish Santa Fe. 32 pp.
- Olguín, C., González, F., Cantú, C., Rocha, L., Uvalle, J., & Marmolejo, J. (2017). Competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(42), 7-27.
- Peña, J. M., & Habib, R. (1980). La técnica microhistológica: un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Serie Tecnológica*, 1(6), 5-9.
- Perry, M. P., Dole, J. W., & Holl, S. A. (1987). Analysis of the diets of mountain sheep from the San Gabriel Mountains, California. *California Fish and Game*, 73, 156-162.
- Quinton, D. A., & Horejsi, R. G. (1977). Diets of white-tailed deer on the Rolling Plains of Texas. *The Southwestern Naturalist*, 22(4), 505-509. DOI: 10.2307/3670151.
- Ramírez, R. G. (1989). Estudios nutricionales de las cabras en el noreste de México. Segunda parte. Cuaderno de Investigación No. 13. Dirección General de estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. 12-17.
- Ramírez, R. G., Haenlein, G. F., Treviño, A., & Reyna, J. (1996). Nutrient and mineral profile of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) diets in northeastern

- Mexico. *Small Ruminant Research*, 23(1), 7–16. DOI: 10.1016/s0921-4488(96)00895-4.
- Ramírez, R. G., Quintanilla, J. B., & Aranda, J. (1997). White-tailed deer food habits in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*, 25, 141-146. DOI: 10.1016/s0921-4488(96)00960-1.
- Ramírez, R. G., Neira, R., Ledezma, R., & Garibaldi, C. (2000). Ruminant digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*, 36(1), 49–55. DOI: 10.1016/s0921-4488(99)00113-3.
- Ramírez, R. G. (2004). Nutrición del venado cola blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Fundación Produce. Nuevo León, Monterrey, México, 240 p.
- Ramsey, C. W., & Anderegg, M. J. (1972). Food habits of an berberisco sheep, *Ammotragus lervia* (Bovidae), in the Edwards Plateau of Texas. *The Southwestern Naturalist*, 16(3/4), 267-280. DOI: 10.2307/3670063.
- Retana-Guascón, O. G., Martínez-Pech, L. G., Niño-Gómez, G., Victoria-Chan, E., Cruz-Mass, Á., & Uc-Piña, A. (2015). Patrones y tendencias de uso del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades mayas, Campeche, México. *Therya*, 6(3), 597–608. DOI: 10.12933/therya-15-313.
- Rojas-Rincón, S. (2004). Capacidad de carga para venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* ssp. *mexicanus* Gmelin, 1788) en la estación forestal experimental Zoquiapan, Estado de México. Tesis de maestría en ciencias. Chapingo, México: Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales.

- RStudio Team. (2016). RStudio: Integrated Development for R. (Online) RStudio, Inc. Boston, MA, USA. DOI: 10.1007/978-81-322-2340-5.
- Sandoval, A. V. (1979). Preferred habitat of desert bighorn sheep in the San Andres Mountains, New Mexico. Tesis, Colorado State University, Fort Collins, EUA.
- Scarnecchia, D. L., Inglis J., Brown B., McMahan, C., & Hood, R. (1988). Deer-brush relationships on the Rio Grande Plain, Texas. *Journal of Range Management*, 41(1), 95-96. DOI: 10.2307/3898807.
- Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423. DOI: 10.1109/9780470544242.ch1.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(1946), 688.
- Simpson, D. C., Krysl, L. J., Hampy, D. B., & Gray, G. G. (1978). The barbary sheep: a threat to desert bighorn survival. *Desert Bighorn Council Transactions*, 22, 26-28.
- Singer, F. J., Papouchis, C. M., & Symonds, K. K. (2000). Translocation as a tool for restoring populations of bighorn sheep. *Restoration Ecology*, 8, 6-13.
- Smith, J. G., & Julander, O. (1953). Deer and sheep competition in Utah. *Journal of Wildlife Management*, 17(2), 101-112. DOI: 10.2307/3796703.
- Soberón, M. J. (1989). Ecología de poblaciones. Colección La Ciencia desde México. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. pp. 48-66.
- Sparks, D. R., & Malechek, J.C. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*, 21(4), 264. DOI: 10.2307/389582.

- Stewart, K. M., Fulbright, T., & Drawe, D. (2000). White-tailed deer use of clearings relative to forage availability. *Journal of Wildlife Management*, 64(3), 733-741. DOI: 10.2307/3802743.
- Stocker, M., & Gilbert, F. F. (1977). Vegetation and deer habitat relations in southern Ontario: application of habitat classification to white-tailed deer. *Journal of Applied Ecology*, 14(2), 433-444. DOI: 10.2307/2402556.
- Stuth, J. W. (1991). Foraging Behavior in Grazing Management. An ecological perspective (Heitschmidt, R.K., & Stuth, J.W., eds.). Timber Press, Portland, U. S. A, 65-83.
- Tarango, L. A. (2000). Desert bighorn sheep in Mexico. Dissertation, University of Arizona, Tucson, EUA.
- Tarango, L. A., Krausman, R., & Valdez, R. (2002). Habitat use by desert bighorn sheep in sonora, México. *Pirineos*, 157(0), 219–226. DOI: 10.3989/pirineos.2002.v157.74.
- Taylor, W. P., & Hahn, H. (1947). Die-offs among the white-tailed deer in the Edwards Plateau of Texas. *Journal of Wildlife Management*, 11(4), 317-323. DOI: 10.2307/3796211.
- Uranga, T. R., & Valdez, R. (2011). Reintroduction of desert bighorn sheep in Chihuahua, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions*, 51, 32-38.
- Valdez, R., & Krausman, P.R. (1999). Mountain sheep of North America. University of Arizona Press, U.S.A., 353 pp.
- Vallentine, J. L. (1990). Grazing Management. Prentice Hall., U.S.A., 178 pp.

- Vázquez, G., Santos, R. E., & Flores, J. A. (2004). Selectividad de tres cérvidos exóticos y el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, en un bosque de encino. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P, México.
- Villarreal, J. G. (1991). Importancia del nopal *Opuntia* spp. en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México. *Revista DUMAC*, 12(3), 11.
- Villarreal, J. G. (2000). Venado cola blanca (manejo y aprovechamiento cinegético). Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Impresora Monterrey. Monterrey, NL., México, 395 p.
- Villarreal-Espino, O. (2006). El venado cola blanca en la mixteca poblana: conceptos y métodos para su conservación y manejo. Fundación Produce Puebla, Puebla, México.
- Villarreal, O., Villarreal, J., Viejo, J., Reséndiz, R., & Romero, S. (2014). Nuevas categorías de trofeos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) del safari club internacional, para México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 6(2), 382-388. DOI: 10.24188/recia.v6.n2.2014.445.
- Watts, T. J. (1979). Detrimental movement patterns in a remnant population of bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*). Tesis, New Mexico State University, Las Cruces, EUA.
- Wehausen, J. D., Bleich, V. C., Blong, B., & Russi, T. L. (1987). Recruitment dynamics in a southern California mountain sheep population. *Journal of Wildlife Management*, 51, 86-98.

Wheaton, C., & Brown, R.D. (1983). Feed intake and digestive efficiency of South Texas white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 47, 442-450. DOI: 10.2307/3808517.

Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30, 279–338.

7. ANEXOS

7.1. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla A 1. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego cimarrón durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	<u>Estrato alto</u>	<u>Estrato medio</u>	<u>Estrato bajo</u>	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	3834.83	3793.17	Pastos	49962.50
<i>Eysenhardtia texana</i>	662.92	325.33	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	1430.33	18373.11	--	--
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	178781.17	--	--
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	112992.17	--	--
<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	35659.06	--	--
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	55335.78	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	3150.92	3494.72	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.00	18815.61	--	--
<i>Castela texana</i>	0.00	897.56	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	5228.61	6182.67	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	8631.42	2607.83	--	--
<i>Parthenium argentatum</i>	778.00	8569.39	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	828.39	752.00	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	835.11	7486.44	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	5377.25	0.00	--	--
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	0.00	1164.67	--	--
<i>Agave scabra</i>	0.00	580.00	--	--
<i>Guaiacum angustifolium</i>	0.00	3814.22	--	--
<i>Larrea tridentata</i>	972.78	743.89	--	--
Total (kg/ha)	31.73	460.37		49.96

Tabla A 2. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego cimarrón durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	<u>Estrato alto</u>	<u>Estrato medio</u>	<u>Estrato bajo</u>	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	475304.44	Pastos	38611.11
<i>Salvia coccinea</i>	5191.89	8380.67	Herbáceas	3333.33
<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	85757.83	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	21403.33	4948.06	--	--
<i>Zanthoxylum fagara</i>	0.00	986.33	--	--
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	40650.67	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	2615.72	405.56	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	7823.61	29810.56	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	10852.50	3483.33	--	--
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	245323.33	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	6152.50	944.44	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	427.78	4316.11	--	--
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	323.56	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	1933.33	63131.22	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	82215.56	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	812.78	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1438.89	0.00	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1250.00	0.00	--	--

<i>Forestiera angustifolia</i>	2844.44	0.00	--	--
Total (kg/ha)	61.93	1046.79	41.94	

Tabla A 3. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego cimarrón durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	8944.86	0.00	Herbáceas	58361.11
<i>Acacia berlandieri</i>	5936.56	3774.89	Pastos	165133.33
<i>Eysenhardtia texana</i>	1303.17	1507.33	--	--
<i>Lippia graveolens</i>	35361.50	63024.78	--	--
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	1134.22	24446.00	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	8029.11	7234.44	--	--
<i>Opuntia microdasys</i>	6185.58	30869.00	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	2512.78	11195.11	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	7005.67	6590.83	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	377.33	4133.44	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	7410.58	5473.56	--	--
<i>Castela texana</i>	9864.36	9949.33	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	12081.03	0.00	--	--
Sp. 1	4591.44	4961.72	--	--
<i>Larrea tridentata</i>	2011.83	1025.00	--	--
<i>Diospyros texana</i>	910.44	0.00	--	--
Sp. 2	0.00	12521.67	--	--
<i>Guaiacum angustifolium</i>	1912.83	13042.89	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	357.75	0.00	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	16459.78	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	5782.78	0.00	--	--
<i>Randia obcordata</i>	432.00	2916.00	--	--
Total (kg/ha)	122.15	219.13	223.49	

Tabla A 4. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego cimarrón durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Forestiera angustifolia</i>	0.00	333.33	Pastos	69166.67
<i>Eysenhardtia texana</i>	1550.00	644.44	Herbáceas	5277.78
<i>Guaiacum angustifolium</i>	0.00	738.89	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	2238.89	750.00	--	--
<i>Agave scabra</i>	0.00	1416.67	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	0.00	2666.67	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	12264.44	3927.78	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4971.50	4433.33	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	1169.44	5822.22	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.00	8111.11	--	--
Sp. 1	0.00	8533.33	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	7487.89	14133.50	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	19744.44	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	61044.44	--	--
<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	103594.44	--	--
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	0.00	218037.50	--	--
Total (kg/ha)	29.68	453.93	74.44	

7.2. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del borrego berberisco en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla A 5. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego berberisco durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	921.50	5366.00	Pastos	195961.11
<i>Acacia rigidula</i>	15320.89	6684.39	--	--
<i>Calliandra conferta</i>	1265.54	25434.04	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	1098.89	2585.30	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	4142.33	8789.96	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	7572.89	8168.57	--	--
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	254254.35	--	--
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	202847.74	--	--
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	0.00	307489.57	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	3060.83	679.87	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	4735.17	627.00	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	6210.22	24614.39	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	2842.76	726.70	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	7503.83	4830.57	--	--
<i>Dasyliirion berlandieri</i>	119935.35	20140.17	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	3480.87	726.96	--	--
<i>Forestiera angustifolia</i>	2236.13	944.87	--	--
<i>Diospyros texana</i>	3227.22	859.43	--	--
<i>Helietta parvifolia</i>	5348.80	0.00	--	--
<i>Celtis pallida</i>	499.37	0.00	--	--
<i>Yucca filifera</i>	10756.57	0.00	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	543.91	0.00	--	--
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	1238.70	--	--
<i>Dichondra argentea</i>	8780.87	0.00	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	1229.91	--	--
Total (kg/ha)	209.48	878.24		195.96

Tabla A 6. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego berberisco durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Calliandra conferta</i>	1776.09	33737.83	Pastos	148478.26
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	990.48	14453.17	Herbáceas	14478.26
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	3123.13	--	--
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	197476.57	--	--
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	238515.78	--	--
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	0.00	420308.35	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	9956.72	14163.43	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	2151.96	3113.04	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2848.70	3430.65	--	--
<i>Yucca filifera</i>	765.22	0.00	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	8970.98	24766.74	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	238.26	4250.43	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	365.22	93646.26	--	--

<i>Prosopis glandulosa</i>	3631.85	4660.87	--	--
Sp. 1	5082.61	6773.96	--	--
<i>Viguera stenoloba</i>	0.00	1043.48	--	--
<i>Celtis pallida</i>	6028.26	0.00	--	--
<i>Diospyros texana</i>	2946.09	0.00	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	46424.30	49865.22	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	806.09	3605.22	--	--
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3343.28	0.00	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	4880.43	5468.26	--	--
<i>Zanthoxylum fagara</i>	350.00	1186.96	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	18504.02	0.00	--	--
<i>Castela texana</i>	0.00	14486.96	--	--
Total (kg/ha)	120.06	1138.08		162.96

Tabla A 7. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego berberisco durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	10903.30	39693.78	Herbáceas	94983.70
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	12011.74	62770.96	Pastos	367610.87
<i>Acacia berlandieri</i>	5287.00	13502.78	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	4708.87	16133.91	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	845.87	5794.96	--	--
<i>Forestiera angustifolia</i>	487.83	9297.83	--	--
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	1195.87	2923.39	--	--
<i>Helietta parvifolia</i>	0.00	8142.39	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	124.57	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	3653.48	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	358.17	3151.96	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.00	732.26	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	6990.78	13602.00	--	--
<i>Opuntia microdasys</i>	0.00	13881.91	--	--
Sp. 1	0.00	2291.30	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.00	168.70	--	--
<i>Randia obcordata</i>	0.00	1330.43	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	1369.57	6111.00	--	--
Sp. 2	400.33	3612.26	--	--
Sp. 3	340.11	550.65	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	2777.52	9576.35	--	--
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1484.43	19042.09	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	3101.61	3252.17	--	--
Total (kg/ha)	52.26	239.34		462.60

Tabla A 8. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del borrego berberisco durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato bajo	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Acacia berlandieri</i>	5720.74	14123.22	Herbáceas	44130.43
<i>Acacia greggii</i>	0.00	1737.39	Pastos	165217.39
<i>Acacia rigidula</i>	19999.67	3666.52	--	--
<i>Calliandra conferta</i>	1250.61	13622.70	--	--
<i>Celtis pallida</i>	391.30	0.00	--	--
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	173.91	--	--
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	30825.33	12929.74	--	--
<i>Diospyros texana</i>	2065.22	0.00	--	--
<i>Ephedra pedunculata</i>	0.00	11801.74	--	--
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	126884.09	--	--

<i>Eysenhardtia texana</i>	1621.74	1565.22	--	--
<i>Forestiera angustifolia</i>	365.22	365.22	--	--
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	1852.17	4513.96	--	--
<i>Helietta parvifolia</i>	2882.61	139.13	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	5636.61	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	17839.96	36852.00	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	6778.26	5356.52	--	--
<i>Larrea tridentata</i>	2678.26	0.00	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	3463.41	652.17	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	24960.87	177953.48	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	4921.74	15130.43	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	828.17	4366.70	--	--
Sp. 1	1547.83	0.00	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.00	11530.74	--	--
<i>Yucca filifera</i>	5426.09	0.00	--	--
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	5550.48	2900.70	--	--
Total (kg/ha)	140.97	451.90	209.35	

7.3. Producción de biomasa por especie vegetal en el hábitat del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Tabla A 9. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del venado cola blanca durante la estación de primavera en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	2629.33	Herbáceas	4604
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	3762.83	Pastos	146342
<i>Acacia rigidula</i>	4866.58	0.00	--	--
<i>Guaiaacum angustifolium</i>	2244.89	4734.00	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	3341.56	42661.94	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	828.94	3334.50	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	3503.50	0.00	--	--
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	146052.17	--	--
<i>Agave scabra</i>	1655.06	1628.33	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	58.11	0.00	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	581.39	0.00	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	2383.78	0.00	--	--
<i>Yucca filifera</i>	15294.22	0.00	--	--
<i>Forestiera angustifolia</i>	8294.08	1714.06	--	--
<i>Calliandra conferta</i>	661.86	2463.44	--	--
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	155454.33	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	220.22	935.94	--	--
<i>Diospyros texana</i>	953.17	0.00	--	--
<i>Ephedra pedunculata</i>	3979.06	913.33	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	6246.56	1049.22	--	--
<i>Celtis pallida</i>	337.78	0.00	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	5404.14	0.00	--	--
Total (kg/ha)	60.86	367.33	150.95	

Tabla A 10. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del venado cola blanca durante la estación de verano en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha

<i>Yucca filifera</i>	6980.83	0.00	Herbáceas	21648.61
<i>Guaiacum angustifolium</i>	2731.67	4281.11	Pastos	205248.61
<i>Leucophyllum frutescens</i>	740.56	5029.33	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	2948.81	3897.67	--	--
<i>Flourensia cernua</i>	1659.44	20235.56	--	--
<i>Agave lechuguilla</i>	0.00	159107.56	--	--
<i>Castela texana</i>	0.00	6656.89	--	--
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	1351.39	0.00	--	--
<i>Forestiera angustifolia</i>	9352.78	2135.56	--	--
<i>Calliandra conferta</i>	0.00	15911.94	--	--
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.00	64322.00	--	--
<i>Guaiacum angustifolium</i>	3034.83	3550.28	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	456.64	8059.28	--	--
<i>Acacia rigidula</i>	9473.33	5684.44	--	--
<i>Viguiera stenoloba</i>	0.00	244.44	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	106243.89	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	14863.94	--	--
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	12542.28	--	--
<i>Diospyros texana</i>	1401.11	0.00	--	--
<i>Salvia coccinea</i>	0.00	220.00	--	--
<i>Agave scabra</i>	0.00	8416.56	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	0.00	1814.44	--	--
<i>Prosopis glandulosa</i>	4055.11	1244.78	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	8645.69	16516.94	--	--
<i>Hechtia glomerata</i>	0.00	3650.50	--	--
Total (kg/ha)	52.83	464.63	226.90	

Tabla A 11. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del venado cola blanca durante la estación de otoño en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto		Estrato medio		Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	248486.44	Herbáceas	33102.78		
<i>Prosopis glandulosa</i>	2025.81	4051.61	Pastos	154247.22		
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	18982.89	--	--		
<i>Flourensia cernua</i>	0.00	65441.50	--	--		
<i>Acacia berlandieri</i>	0.00	303.67	--	--		
<i>Acacia rigidula</i>	11740.61	3106.67	--	--		
<i>Guaiacum angustifolium</i>	0.00	18384.56	--	--		
<i>Leucophyllum frutescens</i>	0.00	1469.11	--	--		
<i>Yucca filifera</i>	6633.83	7971.44	--	--		
<i>Agave scabra</i>	0.00	14787.61	--	--		
<i>Eysenhardtia texana</i>	3285.42	1264.67	--	--		
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	0.00	944.00	--	--		
<i>Celtis pallida</i>	735.78	210.22	--	--		
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	1864.11	--	--		
<i>Forestiera angustifolia</i>	0.00	2427.83	--	--		
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	2675.00	3785.94	--	--		
Total (kg/ha)	27.10	393.48	187.35			

Tabla A 12. Aporte de biomasa por especie en el hábitat del venado cola blanca durante la estación de invierno en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Especie	Estrato alto	Estrato medio	Estrato bajo	
	gr/ha	gr/ha	Forma biológica	gr/ha
<i>Guaiacum angustifolium</i>	403.00	32371.61	Herbáceas	15572.22
<i>Acacia rigidula</i>	5550.00	4677.78	Pastos	242602.78
<i>Prosopis glandulosa</i>	550.00	6379.11	--	--
<i>Eysenhardtia texana</i>	200.00	1388.89	--	--
<i>Leucophyllum frutescens</i>	1644.44	1422.22	--	--
<i>Agave scabra</i>	0.00	11106.50	--	--
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.00	4644.44	--	--
<i>Jatropha dioica</i>	0.00	30780.33	--	--
<i>Opuntia engelmannii</i>	0.00	93802.39	--	--
<i>Flourensia cernua</i>	300.00	55335.00	--	--
<i>Koeberlinia spinosa</i>	0.00	500.00	--	--
Sp. 1	133.33	0.00	--	--
<i>Acacia berlandieri</i>	0.00	4584.67	--	--
<i>Euphorbia antisyphilitica</i>	0.00	36697.50	--	--
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.00	1388.89	--	--
<i>Celtis pallida</i>	777.78	400.00	--	--
<i>Telosiphonia macrosiphon</i>	0.00	144.44	--	--
Total (kg/ha)	9.56	285.62		258.18

7.5. Publicaciones y participaciones en congreso

7.5.1. Publicaciones científicas y de divulgación

Gastelum, F. I., Serna, R., Salazar, J., Cantú, C. M., & González, F. N. (2019). Dieta de herbívoros: técnica, importancia e implicaciones en el manejo de fauna silvestre. *Agroproductividad*, 12(4), 17-23. DOI: 10.32854/agrop.v0i0.391.

Lozano, E. A, **Gastelum, F. I.**, Reséndiz, L., Romero, G., González, F. N., & Uvalle, J. I. (2020). Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) identificada en contenido ruminal en Coahuila, México. *Agroproductividad*, 13(6), 49-54. DOI: 10.32854/agrop.vi.1702.

Gastelum, F. I., Estrada, E. A., Cantú, C. M., González, F. N., Serna, R., & Salazar, J. (2020). Metodologías para estimar calidad de hábitat de fauna silvestre: revisión y ejemplos. *Agroproductividad*, 13(6), 37-42. DOI: 10.32854/agrop.vi.1585.

Gastelum, F. I., Cantú, C. M., Uvalle, J. I., Lozano, E. A., Serna, R., & González, F. N. (2020). Importancia del matorral desértico micrófilo (*Odocoileus virginianus* Mearns, 1898) para el venado cola blanca en Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(62), 136-156. DOI: 10.29298/rmcf.v11i62.747.

7.5.2. Participación en congreso

Gastelum, F. I., Cantú, C. M., González, F. N., Lozano, E. A., & Uvalle, J. I. Evaluación de hábitat y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en Coahuila, México. Segunda Conferencia Nacional sobre Manejo y Conservación de Fauna Silvestre, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México, 12 al 15 de noviembre de 2019.

Reséndiz, L., **Gastelum, F. I.**, Cantú, C. M., González, F. N., & Uvalle, J. I. Dieta de herbívoros: técnica, importancia e implicaciones en el manejo de fauna silvestre. Segunda Conferencia Nacional sobre Manejo y Conservación de Fauna Silvestre, San Luis Potosí, San Luis Potosí, México, 12 al 15 de noviembre de 2019.

Diet of herbivores: technique, importance and implications in the wildlife management

Dieta de herbívoros: técnica, importancia e implicaciones en el manejo de fauna silvestre

Gastelum-Mendoza, Fernando I.¹; Serna-Lagunes, Ricardo²; Salazar-Ortiz, Juan³;
Cantú-Ayala, César M.¹; González-Saldívar, Fernando N.¹

¹Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales, Carretera Nacional Linares-Reynosa, Km. 145, 67700, Linares, Nuevo León, México. ²Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba; Josefa Ortiz de Domínguez S/N, Col. Centro, 94945, Peñuela, Municipio de Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México. ³Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Km. 348 Carretera Federal Córdoba-Veracruz, 94946, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz.

*Autor para correspondencia: salazar@colpos.mx.

ABSTRACT

Objective: To review the contributions and implications of the microhistological technique in the management of wild herbivores and to provide recommendations for diet studies.

Design/methodology/approach: A meta-analysis was carried out on diet subjects in wild cervids and bovines in North America, in order to know the approaches of diet studies in the management of these species. These works are described and discussed and recommendations are given to adequately perform the microhistological technique.

Results: The microhistological technique is a fundamental tool in diet studies in wild herbivores. It has been used to evaluate the carrying capacity of species of hunting interest such as bighorn sheep. The use of sodium hypochlorite as a method of thinning has been questioned, however, it allows to identify cell structures efficiently, as long as the thinning time is not excessive. Dietary studies should be accompanied by an evaluation of forage availability. The stool collection must take place at least during the four seasons of the year and the number of samples must not be less than 50 samples per season.

Limitations of the study/implications: The use of the microhistological technique assumes that all plant species have the same percentage of digestibility. However, it allows to determine the diet in fecal samples, which is indispensable in evaluations of carrying capacity for wild herbivores.

Findings/Conclusions: The microhistological technique in the study of bighorn sheep using sodium hypochlorite has been an adequate method of thinning plant samples, to determine the availability of forage and in the determination of the diet are two aspects intimately linked for evaluations of habitat of this wild herbivore.

Keywords: Plant cells; stomata; bighorn sheep; ungulates; loading capacity

RESUMEN

Objetivo: Revisar los aportes e implicaciones de la técnica microhistológica en el manejo de herbívoros silvestres y brindar recomendaciones para realizar estudios de dieta.

Diseño/metodología/aproximación: Se realizó un meta-análisis en temas de dieta en cérvidos y bóvidos silvestres en Norteamérica, con la finalidad de conocer los enfoques de los estudios sobre dieta en el manejo de estas especies. Se describen estos trabajos, discuten, y brindan recomendaciones para realizar adecuadamente la técnica microhistológica.

Resultados: La técnica microhistológica es una herramienta fundamental en estudios de dieta en herbívoros silvestres. Ha sido utilizada para evaluar la capacidad de carga de especies de interés cinegético como el borrego cimarrón. El uso de hipoclorito de sodio como método de aclareo ha sido cuestionado; sin embargo, permite identificar las estructuras celulares eficazmente, siempre y cuando el tiempo de aclareo no sea excesivo. Los estudios de dieta deben estar acompañados de una evaluación de disponibilidad de forraje. La recolecta de heces debe realizarse al menos durante las cuatro estaciones del año y número de muestras debe ser superior a 50 por estación.

Limitaciones del estudio/implicaciones: El uso de la técnica microhistológica asume que todas las especies vegetales tienen el mismo porcentaje de digestibilidad. Permite determinar la dieta en muestras fecales, lo cual es indispensable en evaluaciones de capacidad de carga para herbívoros silvestres.

Hallazgos/conclusiones: La técnica microhistológica en el estudio del borrego cimarrón usando el hipoclorito de sodio ha resultado un adecuado método de aclareo de muestras vegetales y determinar la disponibilidad de forraje y con ello definir la dieta, aspectos íntimamente ligados para evaluaciones de hábitat de este herbívoro silvestre.

Palabras clave: Células vegetales; estomas; borrego cimarrón; ungulados; capacidad de carga.

ción ganadera en conjunto con el manejo de fauna silvestre, conocido inicialmente como ganadería diversificada. El objetivo la ganadería diversificada, es que la vegetación natural se maneje de forma sustentable, y sea utilizada tanto para los animales domésticos como para la fauna silvestre (SEMARNAP, 1997).

Conocer la preferencia alimenticia de ambos grupos de rumiantes es indispensable en el manejo óptimo del hábitat, y para ello la técnica microhistológica ha sido fundamental en los estudios sobre dieta de herbívoros silvestres y domésticos. La selección del alimento, está influenciada por el ambiente natural en el que un herbívoro pastorea (Neira y Habib, 1980). En este sentido, la dieta está delimitada a la disponibilidad de plantas que ofrece el hábitat. Conocer los requerimientos alimenticios de las especies animales silvestres susceptibles de manejo, puede determinarse a través de un análisis de dieta (González *et al.*, 2003; Valdez *et al.*, 2006). Con base en lo anterior, se describe el proceso para identificar la dieta de herbívoros, haciendo énfasis en el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Shaw) y las implicaciones y aplicaciones de los estudios de dieta sobre el manejo del hábitat; así como revisar los aportes de la técnica microhistológica en el manejo de herbívoros silvestres y brindar recomendaciones para realizar estudios de dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de esta revisión se basó en un meta-análisis, cuya finalidad es la búsqueda sobre temas relacionados con la técnica microhistológica aplicada en estudios de dieta de herbívoros silvestres (Ávila-Nájera *et al.*, 2018). Los resultados que se

INTRODUCCIÓN

En México desde del año 1650, la cría de ganado bovino para exportación representa una de las actividades económicas más redituables. Por más de 350 años mediante el pastoreo libre, se ha generado un impacto ecológico negativo a la cubierta vegetal natural; y aunado a esto, existe tendencia a la baja en la productividad ganadera, afectando la rentabilidad de las empresas, debida a la pérdida de forraje natural (Villarreal, 1999). Las tierras donde se pastorea el ganado, constituyen un recurso natural renovable, pero históricamente no se han aprovechado de forma sustentable con el medio ambiente (INE, 2000). Uno de los efectos más dramáticos que el humano causa en los ecosistemas silvestres es el cambio en la distribución natural de las especies nativas. El uso de ecosistemas naturales como agostaderos, causa pérdida de la cubierta vegetal y erosión del suelo (Elevitch, 2002). Bajo este panorama, en el noreste de México, se implementó un modelo de produc-

presentan son descriptivos clasificados en tres temáticas; adicionalmente se presentan resultados de un estudio sobre la dieta del borrego cimarrón realizado por el primer autor de este artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia de la dieta de herbívoros

Los herbívoros silvestres son considerados selectivos: de la vegetación disponible, solo consumen algunas plantas, y específicamente algunas de sus partes, tales como las hojas, frutos y semillas. Esto ocasiona mayor presión o limitación en el desarrollo de las especies vegetales, modificando su dinámica y haciendo más evidente la dominancia de las especies de plantas menos consumidas (Laca y Demment, 1996). En el contexto del manejo de fauna silvestre, conocer los hábitos alimenticios es de gran relevancia para poder identificar sitios potenciales de reintroducción, hábitos forrajeros e identificar diferencias en el forrajeo entre sexos y entre edades de los animales. Esto permite evaluar nutrientes disponibles, capacidad de carga y aplicar herramientas de mejora del hábitat para el aumento de la productividad animal o en la suplementación animal (Geist, 1971; Fulbright y Ortega-Santos, 2006).

En Estados Unidos, las principales especies de interés cinegético como el borrego cimarrón (Figura 1), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y venado bura (*Odocoileus hemionus*), son las más estudiadas, en relación a su dinámica poblacional, comportamiento social y sus hábitos alimenticios (Tarango *et al.*, 2002). Se conoce que la dieta del borrego cimarrón está compuesta por arbustivas (50%), herbáceas (35%), poáceas (11%) y suculentas (4%), siendo la dieta similar en machos y hembras a lo largo del año; a excepción del invierno, donde las herbáceas prevalecen más en las dietas de machos. Con esta información, se asume la amplia capacidad de adaptación del borrego a climas extremos, aunque las plantas suculentas no aparecieron en gran

porcentaje en la dieta, son especies “amortiguadoras” en las épocas más secas (Leopold y Krausman, 1991).

En Arizona, Estados Unidos, la dieta del borrego cimarrón fue similar durante los años de sequía y de lluvia. En contraste, la composición de la dieta de corderos fue independiente de los niveles de lluvia, pero el traslape de dietas entre y dentro de los grupos de edad fue más alta durante los años más lluviosos. Estos estudios, ayudan a comprender cómo la cantidad y distribución de la lluvia incide directamente en la composición de la dieta, permitiendo tener un panorama amplio de la preferencia alimenticia del borrego cimarrón, recomendando la propagación de las especies consumidas para evitar el sobrepastoreo (McKinney *et al.*, 2003).

El análisis de dieta en ungulados silvestres se ha realizado para conocer cómo es el traslape en la selección del alimento. En Nuevo México, Estados Unidos, se reportan trabajos de traslape de dieta entre venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus*) y el elk (*Cervus canadensis*), se encontró que ambos ciervos consumen tres de las cinco especies forrajeras más importantes como el roble (*Quercus* sp.), pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) y barbasco (*Verbascum thapsus*), con un traslape de dieta de 64%, se ha sugerido su reforestación para aumentar la carga animal (Smith y Lecount, 1979).

En México, se ha evaluado la disponibilidad de alimento y la competencia interespecifica para cuatro especies de interés cinegético en el estado de Tamaulipas: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado Sika (*Cervus nippon*), ciervo rojo (*Cervus elaphus*) y antílope eland (*Taurotragus oryx*). En este estudio, se encontró que, en verano, el venado cola blanca tiene con el antílope la mayor competencia en la selección de plantas (42%), mientras que en otoño se presentó una similitud con el venado sika (45%), y en invierno se identificó la mayor similitud en la preferencia de plantas con



Figura 1. Ejemplares de borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Shaw) en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (Fotografía: F. González-Saldívar).

el ciervo rojo y el eland (43 y 55% respectivamente). La introducción de ciervos exóticos trae consigo el aumento en el consumo de plantas del ecosistema, que en el mediano plazo puede llevar a la extinción de las mismas (Olguín *et al.*, 2005).

En otro contexto, el conocimiento acerca de la dieta de algunos herbívoros silvestres se ha aplicado para tener una aproximación del comportamiento social, relacionado con la segregación sexual, la cual ocurre cuando hembras y machos ocupan sitios diferentes en época no reproductiva. Trabajos realizados en Kansas, EE.UU. sobre dieta en bisonte (*Bison bison*), indican que los machos contienen concentraciones más altas de C₄ en comparación con las hembras, juveniles y corderos. Diferencias en tamaño corporal fueron atribuibles al mayor requerimiento de energía por los machos y, en consecuencia, mayor consumo de forraje. Esta información fue el resultado de una comparación entre nutrientes de la dieta de machos, hembras, juveniles y corderos (Post *et al.*, 2001). Tarango *et al.* (2002), realizaron un estudio sobre dieta y segregación sexual del borrego cimarrón en el Desierto Sonorense en México, asumiendo que la dieta de grupos de machos y hembras segregados es diferente, ya que estos ocupan distintos sitios y por consiguiente tienen acceso a una amplia variedad de especies forraje; sin embargo, mediante un análisis de dieta, reportaron que no existe diferencia significativa entre estos grupos. Cabe mencionar que este trabajo es uno de los pocos reportados para México en relación a la dieta de especies de interés cinegético y se han basado en la técnica microhistológica, la cual consiste en identificar estructuras celulares

vegetales en muestras fecales (Main y Coblenz, 1990).

Descripción del análisis de la dieta de herbívoros

El objetivo principal de un estudio básico de dieta es la determinación cuantitativa de las especies vegetales que la conforman; y para lograrlo, se hace uso de varias técnicas, siendo la técnica microhistológica la más utilizada y en la que se centra este trabajo. En términos generales, esta técnica consiste en identificar y cuantificar fragmentos epidérmicos vegetales en muestras estomacales o fecales (Baumgartner *et al.*, 1939). Otras técnicas se basan en la observación directa del forrajeo de los animales; la separación manual de las especies presentes en muestras de excrementos; de contenido estomacal y la espectroscopia. Sin embargo, se ha criticado el uso de la identificación directa en muestras de contenido estomacal, porque es complicado identificar las especies de plantas; en la observación directa se interfiere en el forrajeo de los animales generando un sesgo en el forrajeo y la espectroscopia no permite diferenciar algunas estructuras vegetales (Holechek, 1982).

En forma general, los pasos a seguir para conocer las preferencias alimenticias de un herbívoro silvestre son:

- Caracterizar el ecosistema y definir los tipos de vegetación presentes.
- Recolecta botánica de las especies presentes en el ecosistema y recolección de las heces fecales de la especie de estudio.
- Identificación taxonómica de las especies vegetales presentes dentro del área de estudio y elabo-

ración de un catálogo de referencia.

- Secar las heces en estufas de aire a una temperatura de 70 °C durante 24 h. Una vez secas, las heces se muelen en un molino con una malla calibre 40.
- En laboratorio, siguiendo la metodología de Sparks y Malechek (1968), modificada por Peña y Habib (1980), se identifican y comparan las especies vegetales encontradas en las heces con las determinadas en el catálogo de referencia.
- Se cuantifica el número de especies vegetales en función de la edad y sexo de los ejemplares muestreados.

La técnica microhistológica

La técnica consiste en identificar y comparar las estructuras vegetales (Figura 2) tamaño, forma y disposición de las células, estomas, tricomas, glándulas, cristales, paredes celulares, células de silicio, etc.) en los fragmentos vegetales presentes en una muestra procesada de materia fecal comparada con las de un catálogo de referencia, para posteriormente estimar el aporte cuantitativo de éstas. Originalmente fue empleada como método cualitativo (Baumgartner y Martin, 1939). Posteriormente, fue perfeccionándose a través de su uso en una amplia variedad de estudios. El aporte más significativo en el desarrollo de esta técnica fue la contribución de Sparks y Malechek (1968), quienes desarrollaron el procedimiento para estimar el consumo de manera cuantitativa; también conocida como microtécnica, la cual se basa en la identificación y cuantificación de tejidos epidérmicos vegetales presentes en muestras fistulares, estomacales o fecales. Las características de las células epidérmicas presentan



Figura 2. Epidermis de *Chamaecrista greggii* Pollard ex A. Heller, tomada a 40X, con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

distintos patrones entre diferentes géneros o especies de plantas; y usando claves taxonómicas, se identifican los patrones de las estructuras epidérmicas para asignar el nombre científico del ejemplar de la planta y con ello crear el catálogo de referencia (Dearden *et al.*, 1975). La identificación de fragmentos vegetales en las heces es posible debido a la resistencia que ofrecen los tejidos epidérmicos ricos en lignina, que superan el proceso digestivo. Sin embargo, varios autores han objetado que algunas plantas, particularmente anuales, suculentas, o los pétalos, son prácticamente digeridos en su totalidad, lo cual impide encontrar residuos identificables en el material digerido;

a pesar de esta desventaja, la técnica es relativamente confiable, económica y rápida cuando se tiene premura de conocer lo que hace falta para incrementar el peso animal (Holkechek y Gross, 1981, Provenza *et al.*, 2007).

Para el empleo de esta técnica, el microscopista no necesita ser un experto en anatomía vegetal y realizar la identificación microhistológica; sin embargo, sí requiere de un entrenamiento para poder “leer” las muestras (Peña y Habib 1980). Dicho entrenamiento debe estar concentrado en los siguientes puntos indispensables para un análisis de la dieta de herbívoros silvestres a partir de heces, como los que se han encontrado como resultados preliminares en borrego cimarrón realizado por el primer autor de este trabajo:

- Disposición celular: en gimnospermas y monocotiledóneas presentan una disposición lineal, mientras que las dicotiledóneas presentan un patrón irregular (Figuras 2 y 3).
- Estomas: en la mayoría de las monocotiledóneas las células oclusivas de la estoma son planas y alargadas y siempre con dos células acompañantes bien definidas. Por su parte, la mayoría de las dicotiledóneas las células oclusivas tienen forma de “riñón” y la forma y número de células acompañantes varía de acuerdo a la planta.
- Tricomas: generalmente son unas de las estructuras epidérmicas de mayor utilidad para identificar dicotiledóneas, en estos se debe de tomar en cuenta su forma, tamaño, número de células, así como las características de su base y articulaciones (Figura 4).
- Glándulas: ofrecen olor característico a las especies vegetales. Estos organelos pueden ser bicelulares, oblongas y generalmente de doble pared.

- Drusas: cristales de oxalato de calcio de apariencia redondeada, presentes en muchas familias de dicotiledóneas, su tamaño, textura y periferia son características que deben de tomarse para la identificación taxonómica de las plantas, pero hay que ser cuidadosos ya que muchas especies presentan drusas iguales.
- Cristales bialinos: cristales pequeños y generalmente hexagonales.
- Conductos vasculares: típicamente observadas poáceas (antes gramíneas).
- Células de sílice: exclusivas de especies poáceas, presentándose generalmente en todas especies de desarrollo en verano; generalmente tiene forma de paréntesis, hueso o mancuerna.
- Parejas celulares: también exclusivas de poáceas y contiene una célula de sílice. Su forma, distribución y abundancia varían de acuerdo a la especie.
- Paredes celulares: la forma, grosor y textura de la pared puede

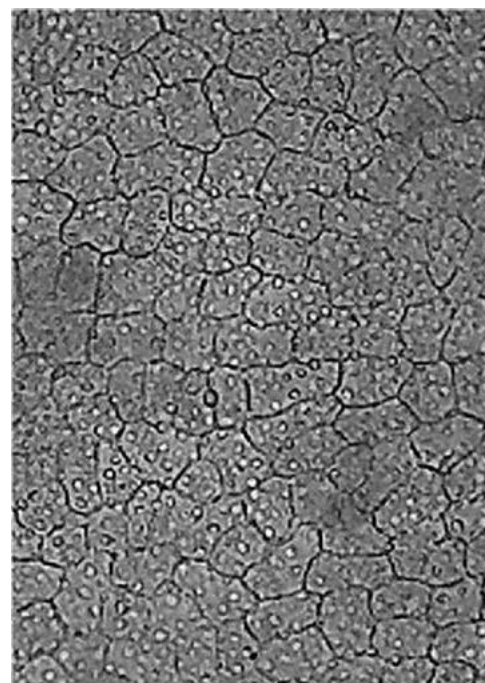


Figura 3. Epidermis de *Guaiacum angustifolium* a 40X tratada con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

llegar a ser clave para la identificación de algunas poáceas. En zacates, las paredes celulares varían mucho dentro de la misma especie.

Conclusiones e implicaciones de manejo

Conocer la composición de la dieta permite identificar cuáles son los nutrientes limitantes o excedentes para el animal. En un escenario donde los bajos niveles de Ca se reflejan en el estado corporal, eficiencia reproductiva y principalmente en el bajo desarrollo de cornamenta o astas, la sugerencia sería suministrar este elemento ya sea de manera natural o artificial, para mejorar la productividad animal. El conocimiento de la composición botánica de la dieta de herbívoros domésticos y silvestres, es fundamental a fin de elaborar pautas de manejo tendientes a detener los procesos de degradación del hábitat, mantener la biodiversidad vegetal en áreas frágiles, degradadas o sobrepastoreadas.

Las consideraciones antes de realizar un análisis básico de dieta son i) tener presente que la dieta está condicionada a las características que el hábitat ofrece, ii) si el pastoreo es demasiado intenso o no se considera otro herbívoro que esté compitiendo con el herbívoro sujeto de estudio, se estará subestimando la composición de la dieta. Asimismo, si existe sobrepastoreo sobre algunas especies de plantas, estas tienden a desaparecer y suelen ser reemplazadas por otras de menor valor nutritivo, iii) un análisis de la dieta debe considerar un tiempo de muestreo de 2 a 3 años.

La técnica microhistológica es una herramienta cuyos resultados ayudan a comprender el funcionamien-

to de una parte del sistema alimenticio. Algunos autores no recomiendan utilizar hipoclorito de sodio como método de aclareo de tejidos vegetales. Sin embargo, la mayoría de los trabajos en dieta, utilizan esta sustancia de aclareo, por su eficiencia y fácil acceso. Se sugiere que el investigador utilice el método de aclareo que le brinde mejor visibilidad de las estructuras vegetales y el arreglo celular, y que le facilite la identificación en las muestras fecales.



Figura 4. Tricoma de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, tomada a 40X, con hipoclorito de sodio como medio de aclareo.

En síntesis, no hay preferencia por algún método de aclareo. En cuanto a la toma de muestras, se recomienda recolectar no menos de cinco grupos fecales por animal, sexo y mes. En el caso de que el objetivo sea distinguir la composición botánica entre especies, es recomendable recolectar más de 10 muestras por animal por especie y mes. Un análisis bromatológico complementario de las muestras fecales, brindará los niveles de proteína, fibra y minerales para identificar los niveles bajos o excedentes de nutrientes, que en cierta medida se podrán suministrar para complementar el valor nutricional que requieren los ungulados silvestres, para evitar la competencia y sobrepastoreo con los ungulados domésticos.

CONCLUSIONES

Conocer la dieta de herbívoros silvestres es indispensable para entender el complejo nutricional, comportamiento forrajero, y así estar en condiciones de formular dieta con los elementos nutrimentales que el hábitat no le proporciona, lo anterior es fundamental para poder alcanzar objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable de especies de interés cinegético, aunado a la conservación del hábitat en el cual se alimenta y se distribuyen de manera natural. Por último, realizar una evaluación del hábitat complementaría el conocimiento de la disponibilidad del forraje para compararlo con los resultados obtenidos en la evaluación de la dieta.

LITERATURA CITADA

- Ávila-Nájera, D. M., Mendoza, G. D., Villarreal, O., & Serna-Lagunes, R. (2018). Uso y valor cultural de la herpetofauna en México: una revisión de las últimas dos décadas (1997-2017). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 34(1): 1-15.
- Baumgartner, L.T., & Martin, A.C. (1939). Plant histology as an aid in squirrel food-habitat studies. *Journal of Wildlife Management*. 3: 266-268.
- Dearden, B.L., Pegau, R.E., & Hnusen, R.M. (1975). Precision of microhistological estimates of ruminant food habits. *Journal of Wildlife Management*. 39: 402-407.
- Elevitch, C.W.K. (2002). *Animals in agroforestry. Micro livestock: little-known small animals with a promising economic future*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Fulbright, T.E., & Ortega-Santos, J.A. (2006). *White-tailed deer habitat: ecology and management on rangelands*. Texas A & M University Press. EE.UU. 256 p.

- Geist, V. (1971) Mountain sheep: a study in behavior and evolution. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- González, R., Montes-Pérez, R., & Flores, J.S. (2003) Caracterización de las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de fauna silvestre en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2: 13-21.
- Holechek, J.L. (1982). Sample preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 35:267-269.
- Holechek, J.L., & Gross, B.D. (1982). Training needed for quantifying simulated diets from fragmented range plants. *Journal of Range Management*. 35: 644-647.
- Instituto Nacional de Ecología [INE]. (2000). Estrategia Nacional para la Vida Silvestre. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT). 212 p.
- Laca, E.A., & Demment, W.W. (1996). Foraging strategies of grazing animals. *In: J Hodgson and AW Illius (Eds.). The Ecology and Management of Grazing Systems*, CAB International, Wallingford. 137-155 pp.
- Leopold, B.D., & Krausman, P.R. (1991). Factors influencing desert mule deer distribution and productivity in southwestern Texas. *Southwestern Naturalist*. 36: 67-74.
- Main, M.B., & Coblentz, B.E. (1990). Sexual segregation among ungulates: a critique. *Wildlife Society Bulletin*. 18: 204-210.
- Mckinney, T., Boe, S.R., & Devos Jr., J.C. (2003). GIS based evaluation of escape terrain and desert bighorn sheep populations in Arizona. *Wildlife Society Bulletin*. 31:1229-1236.
- Olguín, C.A., González, F.N., Cantú, C.M., Domínguez, L., Uvalle, J.I., & Marmolejo, J.G. (2005). Determinación de la competencia alimentaria entre el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Zimmermann 1780) y tres herbívoros exóticos en el Rancho "Los Ébanos", Matamoros, Tamaulipas. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Peña, N.J.M., & Habib, R. (1980) La técnica microhistológica; un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. Serie Técnico Científica Vol. 1, Nº 6. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 82 p.
- Post-Diane, M., Armbrust, T.S., Horne & Goheen. (2001). Sexual segregation results in differences in content and quality of bison (*Bos bison*) diets. *American Society of Mammalogists. Journal of Mammalogy*. 82(2): 407-413.
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Haskell, J.H., Macadam, J.A., Griggs, T.C., & Wiedmeier, R.D. (2007). The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Science*. 47: 382-398.
- Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca [SEMARNAP]. (1997). Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva del sector rural: 1997-2000. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, D. F.
- Smith, R.H., & Lecount, A. (1979). Some factors affecting survival of desert mule deer fawns. *Journal of Wildlife Management*. 43: 657-665.
- Sparks, D.R., & Malechek, J.C. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management*. 21: 264-265.
- Tarango, L.A., Krausman, P.R., Valdez, R., and Kattnig, R.M. (2002). Research observation: Desert Bighorn Sheep Diets in Northwestern Sonora, Mexico. *Journal of Range Management*. 55: 530-534.
- Valdez, R., Guzmán-Aranda, J.G., Abarca, F.J., Tarango-Arámula, L.A., & Clemente-Sánchez, F. (2006.) Wildlife conservation and management in Mexico. *Wildlife Society Bulletin*. 34(2): 270-282.
- Villarreal, G.J. (1999). Venado cola blanca, manejo y aprovechamiento cinegético. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.



Diet composition of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) identified in ruminal content in Coahuila, Mexico

Composición de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) identificada en contenido ruminal en Coahuila, México

Lozano-Cavazos, Eloy A.¹, Gastelum-Mendoza, Fernando I.², Reséndiz-Dávila, Leonel², Romero-Figueroa, Guillermo³, González-Saldívar, Fernando N.² y Uvalle-Sauceda, José I.^{2*}

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, C. P. 25315. ²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, km 145 Carretera Nacional 85, Linares, Nuevo León, México, C. P. 67700. ³Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Transpeninsular Ensenada – Tijuana 3917, Playitas, Ensenada, Baja California México, C. P. 22860.

*Autor para correspondencia: juvalle.uanl@gmail.com.

ABSTRACT

Objective: identify the diet of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) in rumen samples at the UMA Rancho San Juan, municipality of Monclova, Coahuila, Mexico in the winter of 2019.

Design/methodology/approach: to identify the composition of the diet of the white-tailed deer, the microhistological technique was used in samples of white-tailed deer rumen. For this, the capture of 50 females was carried out through seven drop nets during the hunting season 2018-2019.

Results: The deer's diet was made up of 39 plant species, represented by 18 families, the most common being Poaceae and Fabaceae, with eight and seven species, respectively. *Prosopis glandulosa*, *Acacia rigidula*, *Setaria leucophylla* and *Leucophyllum frutescens*, were the most frequent species in the diet. Of the total species, 17 have not been reported in the diet of *O. v. texanus* in northeast Mexico. The diet was made up of 37.73% shrubs, 23.44% grasses, 18.26% succulents, 17.21% trees and 3.35% herbaceous.

Limitations on study/implications: the high percentage of grasses (Poaceae) in the diet may indicate overgrazing by deer and low availability of preferred species. The present study aims to expand the knowledge about the diet of the white-tailed deer in northeast Mexico.

Findings/conclusions: the study identified new species in the diet of the white-tailed deer in the northeast of Mexico and expands the knowledge on their feeding requirements, to implement pertinent habitat improvement measures.

Keywords: preferred species, Poaceae, microhistological technique, drop nets.

RESUMEN

Objetivo: identificar la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus* Mearns) en muestras de rumen en la UMA Rancho San Juan, municipio de Monclova, Coahuila, México en invierno de 2019.

Diseño/metodología/aproximación: para identificar la composición de la dieta del venado cola blanca se utilizó la técnica microhistológica en muestras de rumen de venado cola blanca. Para ello, se realizó la captura de 50 hembras a través de siete redes de caída durante la época de cacería 2018-2019.

Resultados: la dieta del venado se compuso de 39 especies de plantas, representadas por 18 familias, las más comunes fueron Poaceae y Fabaceae, con ocho y siete especies, respectivamente. *Prosopis glandulosa*, *Acacia rigidula*, *Setaria leucophylla* y *Leucophyllum frutescens*, fueron las especies más frecuentes en la dieta. Del total de especies, 17 no se han reportado en la dieta de *O. v. texanus* en el noreste de México. La dieta se constituyó de 37.73% arbustivas, 23.44% poáceas, 18.26% suculentas, 17.21% arbóreas y 3.35% herbáceas.

Limitaciones del estudio/implicaciones: el alto porcentaje de pastos (Poaceae) en la dieta puede indicar un sobrepastoreo por el venado y una baja disponibilidad de especies preferidas. El presente estudio pretende ampliar el conocimiento sobre la dieta del venado cola blanca en el noreste de México.

Hallazgos/conclusiones: el estudio identificó nuevas especies en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México y amplía el conocimiento sobre sus requerimientos alimentarios, para implementar medidas pertinentes de mejoramiento de hábitat.

Palabras Clave: especies preferidas, Poaceae, técnica microhistológica, redes de caída.

En México y Estados Unidos se han realizado varios estudios sobre hábitos alimentarios del venado cola blanca (Stocker y Gilbert, 1977; Gallina, 1993; Plata *et al.*, 2009). En general, se reporta que su dieta se basa en renuevos de arbustos, árboles y herbáceas. Autores como Mandujano *et al.* (2010), mencionan que *O. v. texanus* se asocia a matorral desértico. Por ello la presencia de plantas suculentas, es un factor importante para el desarrollo y mantenimiento de sus poblaciones. Estos estudios se basan en análisis microhistológico de muestras fecales, ya que resulta más fácil su obtención y permiten realizar estudios a largo plazo. Sin embargo, el proceso digestivo del animal y el estado fisiológico de las plantas, pueden ocasionar que algunas especies no sean representadas adecuadamente en muestras fecales (Ramírez, 2004). Por ejemplo, si el venado consumió flores de Ocotillo (*Fouquieria splendens*), es complicado registrar sus fragmentos en heces, por su alto porcentaje de digestibilidad. Por el contrario, cuando consume pastos fibrosos con bajo porcentaje de digestibilidad, pueden ser registrados con mayor facilidad. Por ello, el objetivo de este trabajo fue identificar la dieta del venado cola blanca en muestras de rumen, en el este de Coahuila, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) Rancho San Juan (clave DGVS-CR-EX-3133-COA), Monclova, Coahuila (26° 49' 31.11" N, 101° 01' 57.77" O). El tipo de vegetación dominante es matorral desértico micrófilo, con asociación de pastizal natural (Miranda y Hernández, 1963) (Figura 1). Las especies dominantes son arbustos altos

INTRODUCCIÓN

En México se reconocen 14 de las 38 subespecies de *Odocoileus virginianus* que existen en el continente americano (Smith, 1991). Las anteriores tienen un valor económico por su aprovechamiento cinegético y son fuente de alimento para comunidades rurales (Retana-Guascón *et al.*, 2015). En México, *O. v. texanus* es la subespecie de mayor talla y demanda durante las temporadas hábiles de caza. Por ello, en el noreste de México a partir de la década de 1960, propietarios de agostaderos para cría de ganado bovino combinaron sus actividades ganaderas tradicionales con la conservación *in situ* del venado cola blanca, esquema conocido como ganadería diversificada (Villarreal, 2002). El manejo del venado cola blanca, requiere de conocimiento sobre sus requerimientos de hábitat, como la composición de la dieta, requerimientos nutricionales, agua y espacio. En este sentido, la dieta de un herbívoro es la base para la toma de decisiones en cuanto al manejo eficiente del forraje natural, para promover la presencia y disponibilidad de especies forrajeras (Ramírez, 2004). Esto es fundamental, ya que el venado cola blanca es selectivo en su alimento, lo cual se debe a factores como la condición del hábitat, fisiología del tracto digestivo y comportamiento (Wheaton y Brown, 1983).

y árboles bajos de 3 a 5 m de altura, caducifolios durante la época seca. El clima es seco (BSohw) (García, 1988). La temperatura promedio anual es de 21 °C, mayores a 40 °C en verano y menores a 0 °C en invierno. La precipitación anual, varía de 200 a 900 mm. La elevación oscila entre 600 y 1,000 m. Dentro de la UMA, se destina un área de 1,030 ha (26° 48' 09.96" N, 101° 00' 15.77" O) para manejo de venado cola blanca texano.

Obtención y análisis de contenido ruminal

La densidad poblacional de venado cola blanca estimada a través de un censo en helicóptero (Bell-66) durante el período de estudio fue de 3.7 hectáreas por individuo, la cual es considerada como un valor alto en el noreste de México (López-Téllez *et al.*, 2007; Piña y Trejo, 2014). Posteriormente, se obtuvo el contenido del rumen de 50 hembras de venado cola blanca. La captura de los individuos, se realizó mediante siete redes de caída (drop nets), con un esfuerzo de 1700 horas hombre durante la época de cacería 2018-2019 (permiso de aprovechamiento extractivo emitido por la Secretaría de Medio Ambiente del estado de Coahuila, con número de oficio SM-VS-01/0111-19).

Para identificar la composición de la dieta del venado, se utilizó la técnica microhistológica (Sparks y Malechek, 1968; Castellaro *et al.*, 2007; Arellano *et al.*, 2019). La anterior se basa en identificar estructuras celulares vegetales en muestras fecales, estomacales o esofágicas. Para ello se elaboró un catálogo fotográfico de estructuras celulares de las plantas identificadas en el área de estudio. Las muestras de rumen se secaron en horno a 75 °C. Posteriormente, se molieron en molino Wiley y agruparon en cinco muestras compuestas (cada una representada por 10 muestras de rumen). Éstas, se aclararon con hipoclorito de sodio como lo describen Sparks y Malechek (1968). Por último, se montaron en 25 laminillas (cinco por muestra compuesta). En cada una, se observaron 20 campos al microscopio con objetivo 10X y se identificaron y contabilizaron estructuras celulares vegetales. Las especies identificadas se clasificaron de acuerdo a su forma biológica en arbóreas, arbustivas, poáceas, herbáceas y suculentas. Los resultados se expresaron en frecuencia relativa de cada especie vegetal por muestra compuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dieta del venado se compuso por 39 especies de plantas, representadas por 18 familias, siendo las más comunes Poaceae y Fabaceae, con ocho y siete es-

pecies, respectivamente (Cuadro 1). Lo anterior difiere con lo reportado en Jalisco por Mandujano *et al.* (1996): quienes indican que Euphorbiaceae, Fabaceae, Convolvulaceae, Malvaceae y Bignoniaceae, son las familias de plantas más comunes en la dieta. Esto se debe a que la selección del alimento por el venado, cambia en función del sexo, la subespecie y las condiciones del hábitat (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004). Lo cual indica que los estudios de dieta deben realizarse para cada subespecie de venado cola blanca y cada tipo de hábitat en donde se distribuyen.

Las especies *Prosopis glandulosa* (21.51%), *Acacia rigidula* (14.05%), *Setaria leucophylla* (12.85%) y *Leucophyllum frutescens* (11.49%), fueron las más frecuentes en la dieta (Cuadro 1). Aunque el venado consume gran diversidad de plantas, menos del 10% de ellas llegan a constituir el 50% de la dieta (especies básicas) (Chamrad y Box, 1968). En este trabajo, *Prosopis glandulosa* y *Acacia rigidula* se consideraron especies básicas de la dieta, ya que representaron en promedio el 35.56% del total de especies. Por el contrario, 23 de las 39 especies, se registraron en menos del 1%. Por lo tanto, son especies de relleno o poco preferidas por el venado.

En el estado de Durango, México, únicamente 18 de 135 plantas consumidas por el venado se encontraron en menos del 1% (Gallina, 1993). En la región de South Texas Plains, de 83 plantas encontradas en la dieta, 10 constituyeron el 53% del total de especies registradas (Everitt y Drawe, 1974). Por su alta digestibilidad, palatabilidad y aporte nutricional, *Acacia rigidula* es una especie importante en la dieta del venado (Barnes *et al.*, 1991; Hewitt, 2005). En el noreste de México, se reporta que *Acacia rigidula* y *Acacia berlandieri* llegan a constituir el 75% de su dieta anual (Ramírez *et al.*, 1996). De igual manera, Barnes *et al.* (1991) reportan frecuencias de estas especies superiores al 50% en el sur de Texas. Además, sus inflorescencias representan una importante fuente de alimento, necesario para recuperar el gasto energético sufrido en la época reproductiva. *Prosopis glandulosa* es otra especie forrajera importante en el noreste de México, sobre todo porque los venados consumen sus rebrotes y vainas (Ramírez, 2004).

De las 39 especies (43.59%; siete arbustivas, tres poaceae, seis herbáceas), 17 no se han reportado en la dieta de *O. v. texanus* para el noreste de México (Ramírez, 1989; Ramírez *et al.*, 1997; Olguín *et al.*, 2017). De las siete especies herbáceas identificadas en este estudio

Cuadro 1. Valores de frecuencia relativa de las especies vegetales registradas en la dieta del venado cola blanca en la UMA Rancho San Juan, Coahuila, México.

Familia	Especie	Frecuencia relativa (%)					Promedio
		MC* 1	MC* 2	MC* 3	MC* 4	MC* 5	
Arbóreas							
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	0	25.52	24.55	20.64	15.34	17.21
Arbustivas							
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	0.36	0	0	0	0	0.07
Fabaceae	<i>Chamaecrista greggii</i>	1.44	0	0	0	0	0.29
Fabaceae	<i>Mimosa zygophylla</i>	0	3.48	3.35	1.78	2.11	2.14
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i>	18.72	11.15	11.29	6.71	9.55	11.48
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i>	9.77	0	0	0	0	1.95
Verbenaceae	<i>Lantana macropoda</i>	1.08	0	0	0	0	0.22
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	0	0.76	0.73	1.78	0.59	0.77
Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	0.36	0	0	0.22	0	0.12
Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	0.36	0	0	0	0	0.07
Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i>	0.36	0	0	0	0	0.07
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	0	3.77	6.62	3.97	4.05	3.68
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	0.36	0	0	0.43	0	0.16
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i>	18.72	12.4	11.92	12.37	14.85	14.05
Fabaceae	<i>Eysenhardtia texana</i>	1.44	0	0	0.22	0	0.33
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	0.36	0.25	0.24	0	0	0.17
Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.36	0.25	0.24	0.22	0	0.21
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i>	3.74	0	0	0.43	0	0.83
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	1.08	1.81	2	0	0.59	1.10
Gramíneas							
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i>	0	0.76	0.73	0	0	0.30
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>	2.96	1.28	1.23	0.22	0	1.14
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	0	1.28	1.23	4.63	2.11	1.85
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	0	1.01	0.98	1.55	1.49	1.01
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	0.72	0	0	0	0	0.14
Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i>	0	5.57	5.36	0	0	2.19
Poaceae	<i>Erioneuron pulchellum</i>	1.82	0	0	3.22	0	1.01
Poaceae	<i>Setaria leucophylla</i>	1.08	8.56	8.23	15.88	30.52	12.85
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	9.77	0.25	0.24	0	0	2.05
Poaceae	<i>Panicum hallii</i>	4.54	0	0	0	0	0.91
Herbáceas							
Asteraceae	<i>Eupatorium sp.</i>	0	0.5	0.49	0	0	0.20
Boraginaceae	<i>Tiquilia canescens</i>	0.72	0	0	0	4.05	0.95
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	0.36	0.25	0.24	0	0.59	0.29
Euphorbiaceae	<i>Croton dioicus</i>	0	0	0	0	1.8	0.36
Euphorbiaceae	<i>Croton punctatus</i>	0.72	0.5	0.49	0	0	0.34
Euphorbiaceae	<i>Croton torreyanus</i>	0	2.47	2.37	0	0	0.97
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	0	0.5	0.49	0.22	0	0.24
Suculentas							
Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	0.72	0	0	0	1.8	0.50
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>	10.69	6.88	6.62	11.99	8.75	8.99
Cactaceae	<i>Opuntia leptocaulis</i>	7.4	10.76	10.35	13.54	1.8	8.77

*MC=Muestra compuesta.

(Cuadro 1), solo *Evolvulus alsinoides* ha sido registrada por Olgúin et al. (2017) en la dieta del venado en Tamaulipas. En cuanto a la forma biológica de las plantas, la dieta del venado se compuso de 37.73% arbustivas, 23.44% poáceas, 18.26% suculentas, 17.21% arbóreas y 3.35% herbáceas (Figura 1). Aunque las arbustivas y herbáceas, constituyen la mayor proporción de su dieta, los venados tienen una preferencia por las hierbas sobre los arbustos, ya que son más digestibles y tienen mayor valor nutricional (Varner y Blankenship, 1987; Ramírez, 2004). Sin embargo, la disponibilidad de herbáceas en el agostadero depende de varios factores, como la estación del año, la cantidad y distribución de la precipitación y las características del suelo (Pollock et al., 1994). Por ello, las herbáceas no fueron identificadas en un alto porcentaje (Figura 2), ya que como sucede en Texas y el noreste de México, las herbáceas anuales, generalmente se encuentran ausentes en el verano. Además, la escasez de humedad y las altas temperaturas que predominan en los matorrales desérticos del norte de México, reducen la productividad de herbáceas perennes.

En relación al consumo de arbustivas por el venado en hábitats semiáridos, en verano aumenta su consumo, esto explica el alto consumo de arbustivas (37.73%) identificadas en este estudio. La selección de arbustos por el venado cola blanca, funciona como una conexión nutricional entre periodos de escasos de humedad o de altas temperaturas cuando la disponibilidad de herbáceas es baja (Ramírez, 2004). Por ejemplo, en la reserva de la biosfera La Michilía en Durango, México, arbustivas y arbóreas constituyeron el 85% de la dieta anual del venado (Gallina, 1993). En las montañas del Carmen en el Parque Nacional del Big Bend en la región de Trans-Pecos, Texas, las arbustivas y suculentas compusieron el 63% de la dieta anual del venado cola blanca (Wallmo et al., 1982). El consumo de poáceas por el venado cola blanca no es común, ya que no pueden digerir eficientemente

los zacates maduros, debido al alto contenido de lignina (Hanley y Hanley, 1982; Ramírez et al., 1996; Olgúin et al., 2017). Sin embargo, su consumo se incrementa cuando la densidad poblacional es alta (Kie y Bowyer, 1999). Esto puede explicar el alto contenido de éstas, reportadas en este estudio (23.44%) (Figura 1). Varner y Blankenship (1987), indican que un alto consumo de estas especies, indica que las plantas preferidas por el venado, no se encuentran en calidad y cantidad adecuada en el agostadero.

En ecosistemas semiáridos, la presencia de nopales, es importante para la nutrición de los herbívoros, ya que frutos y pencas representan una fuente nutricional en épocas de escasa precipitación y altas temperaturas. Sin embargo, el nopal forrajero (*Opuntia engelmannii*) es relativamente bajo en proteína cruda, fósforo y sodio. Lo anterior enfatiza la importancia de mantener una diversidad de especies forrajeras para la nutrición del venado (Ramírez, 2004). En el sur de Texas, se reportan porcentajes mayores al 50% de nopales en la dieta del venado (Arnold y Drawe, 1979). En la región de Trans-Pecos, Texas, el contenido de suculentas en la dieta del venado, varió de 7% en verano a 49% en primavera (Wallmo et al., 1982). En este trabajo, *Opuntia engelmannii* y *Opuntia leptocaulis* constituyeron el 17.76% de la dieta.

Desde el punto de vista nutricional, se identificaron especies arbustivas que destacan por su alto contenido de Ca^{+2} (esencial en el desarrollo de astas), como *Castela texana*. A pesar de su relativamente bajo contenido de Ca, los pastos nativos del noreste de México (e. g. *Aristida adscensionis*, *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula* e *Hilaria mutica*) cubren las necesidades metabólicas de Ca^{+2} del venado cola blanca texano. Otras con alto contenido de vitamina K (importante en la coagulación sanguínea) como *Diospyros texana* se identificaron en este estudio (Ramírez et al., 2000; Ramírez, 2004).

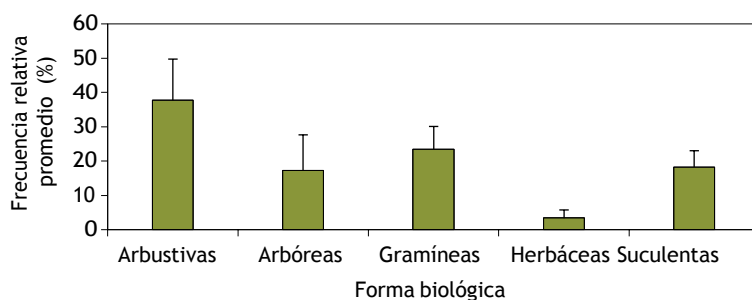


Figura 1. Frecuencia relativa promedio de especies registradas y su error estándar en la dieta del venado cola blanca por forma biológica en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

CONCLUSIONES

Los resultados indican un sobrepastoreo del venado cola blanca debido a la alta densidad de esta especie en el agostadero y al alto consumo de pastos, lo cual refleja una sobrecapacidad de carga del agostadero. *Prosopis glandulosa* y *Acacia rigidula* se identificaron como especies base en la dieta del venado. Este estudio amplía el conocimiento de la dieta del venado cola blanca en el noreste de México, pero no se recomienda que los resultados se utilicen para realizar

estimaciones de capacidad de carga, ya que para ello es recomendable realizar un análisis de dieta en muestras fecales, que abarque las cuatro estaciones del año.

LITERATURA CITADA

- Arellano, I., Pinto, R., López, A., Guevara, F., Hernández, D., & Ley, A. (2019). Modificación de la Técnica Microhistológica. Archivos de Zootecnia 68(261): 164–166. doi: 10.21071/az.v68i261.3952.
- Arnold, L. A., & Drawe, D. L. (1979). Seasonal Food Habits of White-Tailed Deer in the South Texas Plains. Journal of Range Management 32(3): 175-178. doi: 10.2307/3897116.
- Barnes, T. G., Blankenship, L. H., Varner, L. W., & Gallagher, J. F. (1991). Digestibility of Guajillo for White-Tailed Deer. Journal of Range Management 44(6): 606-610. doi: 10.2307/4003045.
- Castellano, G., Squella, F., Ullrich, T., León, F., & Raggi, A. (2007). Algunas Técnicas Microhistológicas Utilizadas en la Determinación de la Composición Botánica de Dietas de Herbívoros. Agricultura Técnica 67(1): 86-93. doi: 10.4067/s0365-28072007000100011.
- Chamrad, A. D., & Box, T. W. (1968). Food Habits of White-Tailed Deer in South Texas. Journal of Range Management 21(3): 158-164. doi: 10.2307/3896137.
- Everitt, J. H., & Drawe, D. L. (1974). Spring Food Habits of White-Tailed Deer in the South Texas Plains. Journal of Range Management 27(1): 15-20. doi: 10.2307/3896430.
- Gallina, S. (1993). White-Tailed Deer and Cattle Diets in La Michilía, Durango, Mexico. Journal of Range Management 46(6): 487-492. doi: 10.2307/4002857.
- García, E. (1988). Modificaciones al Régimen de Clasificación Climática de Köppen, México. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 90 p.
- Hanley, T. A., & Hanley, K. A. (1982). Food Resource Partitioning by Sympatric Ungulates on Great Basin Rangeland. Journal of Range Management 35(2): 152-158. doi: 10.2307/3898380.
- Hewitt, T. (2005). Nutritional Value of Guajillo as a Component of Male White-Tailed Deer Diets. Rangelands 58(1): 58-64. doi: 10.2458/azu_rangelands_v58i1_hewitt.
- Kie, J. G., & Bowyer, R. T. (1999). Sexual Segregation in White-Tailed Deer: Density-Dependent Changes in Use of Space, Habitat Selection, and Dietary Niche. Journal of Mammalogy 80(3): 1004–1020. doi: 10.2307/1383271.
- López-Téllez, M. C., Mandujano, S., & Yánes, G. (2007). Evaluación Poblacional del Venado Cola Blanca en un Bosque Tropical Seco de la Mixteca Poblana. Acta Zoológica Mexicana (N.S.) 23(3): 1-16. doi: 10.21829/azm.2007.233581.
- Mandujano, S., Delfin, C. A., & Gallina, S. (2010). Comparison of Geographic Distribution Models of White-Tailed Deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) Subspecies in Mexico: Biological and Management Implications. Therya 1(1): 41-68. doi: 10.12933/therya-10-5.
- Miranda, F., & Hernández-X., E. (1963). Los Tipos de Vegetación De México y su Clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179. doi: 10.17129/botsci.1084.
- Olguín, C. A., González, F., Cantú, C., Rocha, L., Uvalle, J., & Marmolejo, J. (2017). Competencia Alimentaria entre el Venado Cola Blanca y Tres Herbívoros Exóticos en el Noreste de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 8(42): 7-27. doi: 10.29298/rmcf.v8i42.17.
- Piña, E., & Trejo, I. (2014). Densidad Poblacional y Caracterización de Hábitat del Venado Cola Blanca en un Bosque Templado de Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (N.S.) 30(1): 114-134. doi: 10.21829/azm.2014.301133.
- Plata, F. X., Ebergény, S., Resendiz, J. L., Villareal, O., Bárcena, R., Viccon, J. A., & Mendoza, G. D. (2009). Palatabilidad y Composición Química de Alimentos Consumidos en Cautiverio por el Venado Cola Blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). Archivos de Medicina Veterinaria 41: 123–129. doi: 10.4067/s0301-732x2009000200005.
- Pollock, M. T., Whittaker, D. G., Demarais, S., & Zaiglin, R. E. (1994). Vegetation Characteristics Influencing Site Selection by Male White-Tailed Deer in Texas. Journal of Range Management 47(3): 235-239. doi: 10.2307/4003023.
- Ramírez, R. G. (1989). Estudios Nutricionales de las Cabras en el Noreste de México. Segunda Parte. Cuaderno de Investigación No. 13. Dirección General de estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N. L., México. 12-17.
- Ramírez, R. G., Haenlein, G., 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. doi: 10.1016/s0921-4488(96)00895-4.
- Ramírez, R. G., Quintanilla, J. B., & Aranda, J. (1997). White-Tailed Deer Food Habits in Northeastern Mexico. Small Ruminant Research 25(2): 141–146. doi: 10.1016/s0921-4488(96)00960-1.
- Ramírez, R. G., Neira, R., Ledezma, R., & Garibaldi, C. (2000). Ruminant Digestion Characteristics and Effective Degradability of Cell Wall of Browse Species From Northeastern Mexico. Small Ruminant Research 36(1): 49–55. doi: 10.1016/s0921-4488(99)00113-3.
- Ramírez, R. G. (2004). Nutrición del Venado Cola Blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Fundación Produce. Nuevo León, Monterrey, México. 240 p.
- Retana-Guascón, O. G., Martínez-Pech, L. G., Niño-Gómez, G., Victoria-Chan, E., Cruz-Mass, Á., & Uc-Piña, A. (2015). Patrones y Tendencias de uso del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en Comunidades Mayas, Campeche, México. Therya 6(3): 597–608. doi: 10.12933/therya-15-313.
- Smith, W. P. (1991). *Odocoileus virginianus*. Mammalian Species 388: 1-13. doi: 10.2307/3504281.
- Sparks, D. R., & Malechek, J. C. (1968). Estimating Percentage Dry Weight in Diets Using a Microscopic Technique. Journal of Range Management 21(4): 264-265. doi: 10.2307/3895829.
- Stocker, M., & Gilbert, F. (1977). Vegetation and Deer Habitat Relations in Southern Ontario: Application of Habitat Classification to White-Tailed Deer. Journal of Applied Ecology 14(2): 433-444. doi: 10.2307/2402556.
- Varner, L.W., & Blankenship, L.H. (1987). South Texas Shrubs: Nutritive Value and Utilisation by Herbívoros. USDA, For. Ser. Gen. Tech. Rep. INI-222, p.7.
- Villarreal, E. O. (2002). El Grand Slam del Venado Cola Blanca Mexicano, una Alternativa Sostenible. Archivos de Zootecnia 51: 187-193.
- Wallmo, O. C., Krausman, P. R., & Ables, E. D. (1982). Ecology of the Carmen Mountains White-Tailed Deer. Journal of Wildlife Management 46(4): 1122-1123. doi: 10.2307/3808258.
- Wheaton, C., & Brown, R. (1983). Feed Intake and Digestive Efficiency of South Texas White-Tailed Deer. Journal of Wildlife Management 47: 442-450. doi: 10.2307/3808517.

Methodologies for estimating wildlife habitat quality: review and examples

Metodologías para estimar calidad de hábitat de fauna silvestre: revisión y ejemplos

Gastelum-Mendoza, Fernando I.¹; Estrada-Castillón, Eduardo A.¹; Cantú-Ayala, César M.¹;
González-Saldívar, Fernando N.¹; Serna-Lagunes, Ricardo² y Salazar-Ortiz, Juan^{3*}

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Apartado Postal 41, 67700. Linares, N.L., México. ²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana. Josefa Ortiz de Domínguez S/n, Col. Centro, Peñuela, Amatlán de los Reyes Veracruz, 94945. México. ³Maestría en Paisaje y Turismo Rural, Colegio de Postgraduados Campus Córdoba, Congregación Manuel León, Amatlán de Los Reyes, Veracruz, 94946. México.

*Autor de correspondencia: salazar@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: describe the methods of habitat quality assessment in three methodological elements: population dynamics, the presence of key species and traditional methods of habitat suitability assessment (HSI).

Methodology: a bibliometric analysis was performed to systematize and describe the advantages and disadvantages of the methodologies for the evaluation of wildlife habitat.

Results: the phototramp is a technique widely used to estimate population parameters (abundance and density) that, in parallel, denote the presence of larger carnivores, some of them considered species indicative of a conserved habitat were analyzed. For their part, traditional methods based on transects and quadrants have the advantage of being standardized techniques that can be implemented at virtually any type of vegetation cover, are easily replicable and inexpensive. HSI models are the least biased to characterize the habitat based on quality parameters, but intermediate-advanced knowledge in the use of GIS is required to predict, with a certain degree of reliability, the potential habitat with suitable characteristics for a given species.

Implications: the assessment of habitat quality is necessary to make decisions on population management and habitat conservation, and the success of a population's survival depends, to some extent, on a habitat that meets the niche requirements for a population to develop.

Conclusions: this review allowed the analysis of traditional and emerging techniques such as HSI models implemented in GIS to assess habitat quality would be more efficient as they complement the photo-trapping methods and the traditional ones.

Keywords: Population dynamics; Phototramp; MaxEnt; Model; S.I.G.

RESUMEN

Objetivo: describir los métodos de evaluación de calidad de hábitat en tres elementos metodológicos: la dinámica poblacional, la presencia de especies clave y los métodos tradicionales de evaluación de idoneidad del hábitat (HSI).

Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 6, junio. 2020. pp: 37-42.

Recibido: enero, 2020. **Aceptado:** mayo, 2020.

Metodología: se realizó un análisis bibliométrico para sistematizar y describir las ventajas y desventajas de las metodologías para la evaluación del hábitat de fauna silvestre.

Resultados: el fototrampeo es una técnica ampliamente usada para estimar parámetros poblacionales (abundancia y densidad) que, en paralelo, denotan la presencia de carnívoros mayores, algunos de ellos consideradas especies indicadoras de un hábitat conservado. Los métodos tradicionales basados en transectos y cuadrantes tienen la ventaja de ser técnicas estandarizadas que pueden implementarse prácticamente a cualquier tipo de cobertura vegetal, son fácilmente replicables y de bajo costo. Los modelos de HSI son los menos sesgados para caracterizar el hábitat con base en parámetros de calidad, pero se requieren conocimientos intermedio-avanzados en el uso de SIG para predecir, con confiabilidad, el hábitat potencial con características idóneas para determinada especie.

Implicaciones: la evaluación de la calidad del hábitat es necesaria para tomar decisiones en el manejo de la población y la conservación del hábitat. El éxito de supervivencia de una población depende, en cierta medida, de un hábitat que satisfaga los requerimientos de nicho para que una población se desarrolle.

Conclusiones: este análisis permitió revisar las técnicas tradicionales y emergentes como los modelos HSI implementados en SIG para evaluar la calidad del hábitat que serían más eficientes, en la medida que estos se complementen, con los métodos de fototrampeo y los tradicionales.

Palabras clave: dinámica poblacional; fototrampeo; MaxEnt; Modelo; SIG.

Bajo este panorama y aunado a la creciente demanda de la población humana por el uso irracional de los recursos naturales, es indispensable estudiar los elementos fundamentales del hábitat que permiten el desarrollo óptimo de las poblaciones, con el fin de tomar decisiones de manejo pertinentes ante los retos ecológicos del antropoceno (Naranjo, 2019). Debido a la necesidad de conservar poblaciones y hábitat y con base en las experiencias en campo que fueron documentadas por los autores de esta revisión, se planteó el desarrollo de un análisis sintético que integre el binomio fauna silvestre-manejo de hábitat. También se reflexionan las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas para evaluar la calidad del hábitat, con el propósito de que los manejadores de fauna silvestre puedan elegir la técnica más adecuada al manejo de la población y su hábitat.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta revisión se aplicó un meta análisis bibliométrico (Albuquerque y Medeiros, 2012), para recabar información sobre las principales metodologías publicadas para la evaluación del hábitat de fauna silvestre. De la literatura evaluada, se hace una descripción de la técnica, sus implicaciones, ventajas, desventajas, y se destacan los ejemplos aplicados a especies clave para la conservación de fauna silvestre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica poblacional y especies clave como indicadores de calidad de hábitat

Una población es un mosaico de varias generaciones simultáneas de individuos que se reproducen reiteradamente (Odum, 1969). La dinámica poblacional evalúa los

INTRODUCCIÓN

A nivel global, un sin número de extinciones masivas de especies se han registrado a lo largo de la historia evolutiva de la biodiversidad. Particularmente en mamíferos, las extinciones se han originado debido a cambios climáticos como la glaciación o eventos geológicos como erupciones volcánicas (Lea *et al.*, 2018). Estos cambios traen como consecuencia modificaciones en la estructura y composición del hábitat, lo cual altera la idoneidad del hábitat para que una población se desarrolle adecuadamente y sea viable a lo largo del tiempo (Storch, 2002; Laurance, 2019). Por lo tanto, evaluar los requerimientos de hábitat que una población necesita para su desarrollo biológico, es un aspecto importante que debe abordarse desde la biología para la conservación (Lamb *et al.*, 2018).

Algunos ejemplos de especies que se encuentran en riesgo de extinción ponen de manifiesto la importancia de estudiar las condiciones de hábitat de una especie para lograr su conservación. El bisonte (*Bison bison*), grandes depredadores como el jaguar (*Panthera onca*) en Centroamérica y Sudamérica y el dingo (*Canis lupus dingo*) en Australia, son ejemplos claros de especies en peligro de extinción que, debido a la baja capacidad y calidad de su hábitat, no es suficiente para mantener una población suficientemente grande para que biológicamente sea viable en el espacio y tiempo (Lea *et al.*, 2018).

cambios en el tamaño de la población de forma espacial y temporal; los cambios están influenciados por el número de individuos, la estructura poblacional, la disposición de los individuos en el espacio y las tasas de natalidad, mortalidad y sobrevivencia. En suma, la dinámica poblacional está condicionada por las variantes de los elementos del hábitat (Ojasti, 1991). La dinámica poblacional de una especie, puede evaluarse de acuerdo a los siguientes métodos:

Técnica de transectos de franja. El método más sencillo para conocer la dinámica poblacional de una especie es mediante el monitoreo temporal de los cambios en la densidad poblacional. La técnica de transectos de franja en una unidad de muestreo delimitada (*i.e.* transecto de 50 m de longitud por 2 m de ancho), donde se contabilizan a los individuos (de manera directa o indirecta). El largo y ancho del transecto debe establecerse previamente al monitoreo formal y debe considerar la cobertura vegetal y la visibilidad (Gibbs, 2000). Algunos supuestos de este método son: 1) contar los individuos dentro del transecto y 2) la certeza de contar el 100% de los animales dentro de la franja. La ventaja de este método es ser de bajo costo y aplicable a varios taxones biológicos como densidad de aves (Gates *et al.*, 1968) y primates (Burgoa y Pacheco, 2009), pero en ungulados de ambientes desérticos (Seddon *et al.*, 2003) y tropicales (Hill *et al.*, 1997; Wegge y Storaas, 2009), el método ha resultado ser más efectivo en ecosistemas con matorrales y pastizales y para aves, herbívoros y pequeños mamíferos, ya que mamíferos depredadores presentan hábitos elusivos y con un ámbito hogareño grande que resulta impráctico aplicar esta metodología. Se recomienda realizar un muestreo previo del 10% del área de estudio, calcular las especies potenciales con índices de diversidad como el de Chao y Jackknife, y con ello, calcular el número mínimo de transectos para mejorar la confiabilidad y representatividad del muestreo.

Marca-recaptura. Este método es útil para estimar el tamaño de la población, las tasas de migración (inmigraciones y emigraciones) y se fundamenta en la probabilidad de que un individuo marcado previamente se reincorpore a su población de origen. Para ello, se realizan capturas de individuos sistemáticas, en donde se contabilizan el número de individuos recapturados ya marcados y aquellos sin marcar. La probabilidad de recapturar un individuo previamente marcado es inversa al tamaño de la población (White, 2008). Este método ha sido más utilizado para aves, reptiles y pequeños mamíferos, ya

que resulta complicada la captura, contención y marcaje de grandes mamíferos.

Radiotelemetría (radio-telemetry, radio tagging, radio-tracking o tagging). Este método analiza la dispersión de los individuos de la población como un aspecto conocido como selección del hábitat y consiste en la transmisión a distancia de información por medio de ondas electromagnéticas de un equipo emisor hacia un equipo receptor, previamente colocado en el animal (Kenward, 2001). Es ampliamente usado en especies elusivas (Garton *et al.*, 2001). Por ejemplo, durante los años 1986-1994 y 2008-2013 se capturaron y colocaron collares radiotransmisores a 19 osos polares (*Ursus maritimus*) en el mar de Chukotka, en el Océano Glacial Ártico, y como resultado se identificó que esta especie ha reducido el uso del espacio en su hábitat en 75%, debido a la pérdida de la calidad de su hábitat por el calentamiento global (Wilson *et al.*, 2016). Tiene la principal ventaja de obtener información sobre áreas de actividad, uso de hábitat, frecuencia de interacciones con otros individuos, frecuencia de depredación, comportamientos, etc. La desventaja del método es el procesamiento de los datos obtenidos; sin embargo, software como Locate III y LOAS minimizan esta desventaja (Kenward, 2001).

Es un método invasivo, lo cual representa una desventaja porque requiere de la manipulación directa de los animales, para ello se requieren conocimientos básicos sobre contención química de la especie y tratamientos éticos del animal pre y post captura del ejemplar al que se le intervendrá con el collar. En México, es necesario un permiso especial de colecta con fines científicos para realizar un estudio de esta índole. Este método es útil para estudiar cómo una población hace uso del espacio (Garton *et al.*, 2001).

La presencia/abundancia de grupos funcionales (gremios tróficos) se conceptualiza de manera indirecta como un indicador de la calidad del hábitat, debido al efecto denominado cascada trófica. Esto se evidenció cuando en 1995 el Servicio Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos de América, reintrodujo a 12 lobos, después de haber estado ausentes casi 70 años, en el Parque Nacional de Yellowstone. Los resultados inmediatos fueron la reducción del sobrepastoreo por los grandes herbívoros, esto aumentó la cobertura vegetal, la presencia de herbívoros pequeños y aves que habían migrado a otra región y, los ríos volvieron a su cauce natural debido a los cambios en las rutas migratorias de los herbívoros superiores.

Los casos de éxito del manejo de fauna silvestre se han podido documentar mediante la técnica del fototrampeo al evidenciar foto-capturas con especies representativas de distintos grupos funcionales (Wilson *et al.*, 1996; Karanth *et al.*, 2004). Este método permite estimar la abundancia de carnívoros (y otros gremios) en Áreas Naturales Protegidas en países como la India (Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al.*, 2004), Nepal e Indonesia (Wegge *et al.*, 2004), pues la presencia de depredadores tope se correlaciona como indicador indirecto de un hábitat estable y de calidad (Woodroffe, 2011).

Este método ha sido de mucha ayuda en la toma de decisiones de conservación a gran escala. Por ejemplo, para estimar la población del leopardo de las nieves (*Panthera uncia*) en las regiones de Tianshan y Qilianshan se usaron fototampas con las que se logró identificar a una hembra con dos cachorros. En México, se ha usado para estudiar la población del jaguar y se estimó que existen aproximadamente 4,000 ejemplares (Ceballos *et al.*, 2012); además se ha utilizado para especies en riesgo como pecaríes de labios blancos (*Tayassu peccari*), donde se ha registrado su presencia en al menos seis regiones del país (Rabinowitz y Nottingham, 1986). En Lakipia, Kenia, se determinó que, al reintroducir leones a su hábitat natural, los antílopes cambiaron sus hábitos forrajeros y evitaron pastizales abiertos, donde las leonas las usaron como sitios de caza (Ng'weno *et al.*, 2017).

Una desventaja de este método es que el tamaño de la población se estima bajo el supuesto de poblaciones cerradas (White *et al.*, 1982), pero en la realidad biológica, pueden existir individuos que no son residentes y que solo utilizan el hábitat como corredor natural, lo cual implica una población abierta (Rexstad y Burnham, 1991; Efford, 2011). El fototrampeo representa ventajas, tales como la identificación taxonómica de las especies, el estudio de la dinámica poblacional de especies consideradas raras (con baja abundancia o poco frecuente), reduce el esfuerzo humano, la tecnología es fácil de usar, permite realizar estudios a escala espacial, temporal, y registra la información abiótica durante el monitoreo



(temperatura, fase lunar, captura de videos, etc.) (Kelly *et al.*, 2008).

Métodos tradicionales para caracterizar el hábitat

Los métodos tradicionales están enfocados a caracterizar los cuatro elementos del hábitat, el primero es la descripción del hábitat mediante la estructura de la cobertura vegetal, debido a que tiene una influencia directa sobre la dinámica de la población (Huggett, 1998), la cual debe incluir la composición florística del hábitat, su fisionomía o estructura de la vegetación y la variación de la diversidad vertical. Estas mediciones se desarrollan mediante técnicas como el establecimiento de cuadrantes en puntos, áreas de muestreo circulares y anidadas, cuadrados, además de línea de intercepción entre las principales (Morrison *et al.*, 1992). Otra técnica es la de Líneas de Intersección (Canfield, 1941) y consiste

en colocar una cinta métrica y registrar donde intercepta cada planta, puede ser proyección de la copa de un árbol, de un arbusto, o lo que ocupa un macollo de pastos y permite estimar índices de riqueza, dominancia y diversidad (Mueller y Ellenberg, 1974; Brower *et al.*, 1995).

La principal desventaja de estos métodos es que no está estandarizada la longitud idónea del cuadrante,

de las áreas circulares de muestreo o de la línea de intersección y tampoco se cuenta con un procedimiento que permita calcular el número mínimo de líneas a establecerse en un hábitat. Pero de manera general, la recomendación es trazar áreas circulares de un metro de diámetro para especies de porte herbáceo, 5 m de diámetro para especies de porte arbustivo y 15 m de diámetro para especies de porte arbóreo; los cuadrantes se recomiendan a 1 m², 5 m² y 15 m² para el estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo respectivamente. Las líneas de intersección se recomiendan a 25 m y 50 m de longitud □ 2 m de ancho para ambientes templados-tropicales y ambientes desérticos respectivamente.

La cobertura vegetal es un elemento importante del hábitat debido a su aporte en la producción de biomasa, indispensable para inferir la capacidad de carga (K), definida como el número de individuos que un hábitat

puede mantener espacial y temporalmente. Pechanec y Pickford (1937), indican que para estimar K se requiere estimar la biomasa de una muestra representativa de cada especie vegetal, particularmente de aquellas que se reconozcan como parte de la dieta del herbívoro. En este sentido, Holecheck *et al.* (1995), propusieron una ecuación para determinar la K de herbívoros:

$$K = \frac{(D)(0.35)(A)}{(PV)(CMS)(CP)}$$

donde: K =capacidad de carga; D =disponibilidad de materia seca (MS) total o por estrato vegetal (kg/ha), 0.35 el porcentaje de uso del forraje, A es el área de estudio, PV el peso vivo del animal, CMS es el consumo de MS (% de PV), y CP el ciclo de pastoreo (365 días).

Aunque este método ha sido más utilizado para estimar K de especies herbívoras, es complicada para estimar K de carnívoros, por la complejidad de su papel en la cadena trófica (Bennett *et al.*, 1940; Crider *et al.*, 2015). Recientemente los modelos para estimar la calidad del hábitat se encuentran en constante evolución debido al avance de las tecnologías de la información. Los Índices de Idoneidad o de Hábitat Adecuado (HSI, por las siglas en inglés de Habitat Suitability Index), desarrollados por el U.S. Fish and Wildlife Service (1991), se han venido estandarizando con el tiempo, y existen más de 180 HSI para vertebrados como venados, ardillas, codornices, guajolotes, oso negro, peces, algunos reptiles y se encuentran de manera gratuita en: <http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/hsi/hsiindex.htm>.

La ventaja de los HSI es que toma en cuenta aspectos como calidad y disponibilidad de alimento, espacio, cobertura vegetal y fuentes de agua y facilita la toma de decisiones de manejo de fauna silvestre. Los resultados obtenidos de una evaluación HSI son fácilmente entendibles, ya que sus valores van de 0 a 1, donde 1 es representativo de un hábitat idóneo y refleja el potencial de un hábitat que determina la presencia de la especie. La desventaja (temporal) de los HSI es que se requiere conocimiento previo sobre la biología, el objetivo de manejo de la población y la capacidad técnica del evaluador.

CONCLUSIONES

La evaluación de la calidad del hábitat de una población es crucial para determinar el número de animales que puede soportar un área. Los métodos tradicionales para

conocer los atributos del hábitat se vienen utilizando desde hace más de 60 años. Cada método tiene ventajas y desventajas, pero los supuestos de cada uno son importantes de considerar ya que son inherentes al manejo de la fauna silvestre y serán eficientes en la medida del planteamiento de los objetivos del manejo de la o las especies, la capacidad y conocimiento del personal técnico y de las herramientas de análisis disponibles.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para desarrollar estudios de posgrado. Al Laboratorio de Bioinformática y Bioestadística de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, por el apoyo técnico recibido.

LITERATURA CITADA

- Albuquerque, U. P. & Medeiros, P. M. (2012) Systematic reviews and meta-analysis applied to ethnobiological research. *Ethnobiology and Conservation* 1: 1–8.
- Bennett, L., English, P. & McCain, R. (1940). A study of deer populations by use of pallet group counts. *The Journal of Wildlife Management* 4(4): 398-403.
- Brower, J., Zar, J. & Von Ende, C. (1995). Field and laboratory methods for general ecology (3a. ed.). Wm. C. Brown, Dubuque, Iowa.
- Burgoa, N. & Pacheco, L. (2009). Densidad y uso de hábitat de *Cebus apella* en un bosque yungueño de Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 15: 273-283.
- Canfield H. R. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39: 388-394.
- Ceballos, G., Chávez, C. & Zarza H. (2012). Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (1ª Etapa). CONANP, IE-UNAM, ALIANZA WWF-TELCEL, TELMEX y CONABIO. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto HE011. México, D.F.
- Crider, B., Fulbright, T., Hewitt, D., Deyoung, C., Priesmeyer, W., Echols, K. & Draeger, D., (2015). Influence of white-tailed deer population density on vegetation standing crop in a semiarid environment. *The Journal of Wildlife Management* 79(3): 413-424.
- Efford, M. (2011). Estimation of population density by spatially explicit capture and recapture analysis of data from area searches. *Ecology* 92: 2202-2207.
- Garton, E., Wisdom, M., Leban, F. & Johnson, B. (2001). Experimental design for radiotelemetry studies. Pp: 15-42. En: Millsbaugh, J. J. & J. M. Marzluffe (Eds.). *Radio tracking and animal populations*. Academic Press, San Diego, California.
- Gates, C., Marshall, W. & Olson, D. (1968). Line transect method of estimating grouse population densities. *Biometrics* 24: 135-145.
- Gibbs, J. (2000). Monitoring populations. Pp: 213-252. En: Boitani, L. & T. K. Fuller (Eds.) *Research Techniques in Animal Ecology. Controversies and Consequences*. Columbia University Press, Nueva York.
- Hill, D., Hockin, D., Price, D., Tucker, P., Morris, R. & Treweek, J. (1997). Bird disturbance: improving the quality and utility of disturbance research. *Journal of Applied Ecology* 34: 275-288.

- Huggett, R. (1998). Fundamentals of biogeography. Routledge, London.
- Karanth, K. & Nichols, J. (2002). Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers, and conservationists in Tropical Asia. Center for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K., Nichols, J., Kumar, N., Link, W. & Hines, J. (2004). Tiger and their prey: predicting carnivore densities from prey abundance. Proceedings of the Natural Academy of Sciences 101: 4854-4858.
- Kelly, M., Noss, A., Di Bitetti, M., Maffei, L., Arispe, R., Paviolo, A., De Angelo, C. & Di Blanco, E. (2008). Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina and Belize. Journal of Mammalogy 89: 408-418.
- Kenward, R. (2001). A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, San Diego, California.
- Lamb, C. T., Mowat, G., Reid, A., Smit, L., Proctor, M., McLellan, B. N. & Boutin, S. (2018). Effects of habitat quality and access management on the density of a recovering grizzly bear population. Journal of Applied Ecology 55(3): 1406-1417.
- Laurance, W. F. (2019). The Anthropocene. Current Biology 29(19): 953-954.
- Lea, J. M., Walker, S. L., Kerley, G. I., Jackson, J., Matevich, S. C. & Shultz, S. (2018). Non-invasive physiological markers demonstrate link between habitat quality, adult sex ratio and poor population growth rate in a vulnerable species, the Cape mountain zebra. Functional Ecology 32(2): 300-312.
- Morrison, M., Marcot, B. & Mannan, R. (1992). Wildlife habitat relationships. The University of Wisconsin Press.
- Mueller, D. & Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Naranjo, L. G. (2019). Nature imaginaries and the future of biodiversity. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 43(168): 480-488.
- Ng'weno, C., Maiyo, N., Abdullahi, H., Kibungei, K. & Goheen, J. (2017). Lions influence the decline and habitat shift of hartebeest in a semiarid savanna. Journal of Mammalogy 98(4): 1078-1087.
- Odum, E. (1969). The strategy of ecosystem development. Science 164: 262-270.
- Ojasti, J. (1991). Human exploitation of capybara. Pp: 236-252. En: Robinson J.G. & K.H. Redford (Eds). Neotropical wildlife use and conservation. University of Chicago Press, Chicago.
- Pechanec, J. & Pickford, G. (1937). A weight estimate methods for determination of range of pasture production. Journal of American Society of Agronomy 29: 894-904.
- Rabinowitz, A. & Nottingham, J. (1986). Ecology and behavior of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. Journal of Zoology 210: 149-159.
- Rexstad, E. & Burnham, K. (1991). User's guide for interactive program CAPTURE. Fort Collins: Colorado State University, USA.
- Seddon, P., Ismail, K., Shobrak, M., Ostrowski, S. & Magin, C. (2003). A comparison of derived population estimate, markresighting and distance sampling methods to determine the population size of a desert ungulate, the Arabian oryx. Oryx 37: 286-294.
- Storch I. (2002). Linking a multi-scale habitat concept to species conservation. Pp. 303-320. En: J. Bissonette & I. Storch (Eds). Landscape Ecology and Resource Management: Linking Theory with Practice. Island Press, Washington, EEUU.
- U.S. Fish and Wildlife Service., 1991. Habitat Evaluation Procedure (HEP). Division of Ecological Services, Department of the Interior, Washington, D.C.
- Wegge, P., Pokheral, C. & Jnawali, S. (2004). Effects of trapping effort and trap synness on estimates of tiger abundance from camera trap studies. Animal Conservation 7: 251-256.
- Wegge, P. & Storaas, T. (2009). Sampling tiger ungulate prey by the distance method: lessons learned in Bardia National Park, Nepal. Animal Conservation 12: 78-84.
- White, G. (2008). Closed population estimation models and their extensions in program MARK. Environmental and Ecological Statistics 15: 89-99.
- White, G., Anderson, D., Burnham, K. & Otis, D. (1982). Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations. LA-8787-NERP, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos.
- Wilson, D., Cole, R., Nichols, J., Rudran, R. & Foster, M. (1996). Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres.
- Wilson, R., Regehr, E., Rode, K. & St Martin, M. (2016). Invariant polar bear habitat selection during a period of sea ice loss. Proceedings of the Royal Society of London, B 283: 380-388.
- Woodroffe, R. (2011). Demography of a recovering African wild dog (*Lycaon pictus*) population. Journal of Mammalogy 92: 305-315.
- Zhu, D., Ciais, P., Chang, J., Krinner, G., Peng, S., Viovy, N. & Zimov, S. (2018). The large mean body size of mammalian herbivores explains the productivity paradox during the Last Glacial Maximum. Nature Ecology & Evolution 2(4): 640.



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.747>

Artículo

Importancia del matorral desértico micrófilo para el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Mearns, 1898) en Coahuila

Importance of the desert microphilous scrubland for the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus* Mearns, 1898) in the state of Coahuila

Fernando Isaac Gastelum Mendoza¹, César Martín Cantú Ayala¹, José Isidro Uvalle Saucedo¹, Eloy Alejandro Lozano Cavazos², Ricardo Serna Lagunes³ y Fernando Noel González Saldívar^{1*}

Abstract

The white-tailed deer is the most important game species in Mexico. Knowledge about the components of the vegetation is important in management plans and influences the presence and maintenance of this species. The taxonomic diversity and productivity of a desert scrub in Coahuila was characterized and the value of said ecosystem in the conservation of deer populations was emphasized. The Canfield line and Adelaide method were used in the four seasons of the year, from October 2018 to August 2019, at the Management Unit for Wildlife Conservation Rancho San Juan, municipality of Monclova, Coahuila, Mexico. The importance value index (IVI) of each plant species per station and the Shannon diversity index were estimated. Biomass production was expressed in kg ha⁻¹ per station and stratum. 46 species of plants were identified, some foragers such as *Acacia berlandieri* and *Acacia rigidula*. In addition, plants that provide thermal protection such as *Cenchrus ciliaris* and *Yucca filifera*. According to IVI, *Agave lechuguilla* (59.78 %) in spring, *Hilaria mutica* in summer (62.02 %) and autumn (86.59 %), and *Cenchrus ciliaris* in winter (107.00 %) were the most important. The middle stratum contributed a greater amount of biomass (> 1 000 kg ha⁻¹) unlike the upper stratum, which produced less (≤ 250 kg ha⁻¹). The desert scrub species that make up grasses and shrubs provide the fundamental resources for the development of *Odocoileus virginianus* populations in the area.

Key words: Biomass, cover, diversity, forage species, desert scrub, value of importance.

Resumen

El venado cola blanca es la especie cinegética más importante en México. El conocimiento sobre los componentes de la vegetación es importante en los planes de manejo e influyen en la presencia y mantenimiento de ese taxón. Se caracterizó la diversidad taxonómica y productividad de un matorral desértico en Coahuila y se enfatizó el valor de dicho ecosistema en la conservación de las poblaciones del venado; para ello, se utilizaron la línea Canfield y el método Adelaide en las cuatro estaciones del año, de octubre 2018 a agosto 2019, en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Rancho San Juan, Monclova, Coahuila. Se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie vegetal por estación y el índice de Diversidad de Shannon. La producción de biomasa se expresó en kg ha⁻¹ por estación y estrato. Se identificaron 46 taxa de plantas, algunas forrajeras: *Acacia berlandieri* y *Acacia rigidula*, además de otras que ofrecen protección térmica: *Cenchrus ciliaris* y *Yucca filifera*. De acuerdo al IVI, *Agave lechuguilla* (59.78 %) en primavera, *Hilaria mutica* en verano (62.02 %) y otoño (86.59 %), así como *Cenchrus ciliaris* en invierno (107.00 %) registraron las cifras más altas. El estrato medio aportó mayor cantidad de biomasa (> 1 000 kg ha⁻¹), a diferencia del estrato superior que produjo menos (≤ 250 kg ha⁻¹). Los taxones del matorral desértico que conforman pastos y arbustos brindan los recursos fundamentales para el desarrollo de las poblaciones de *Odocoileus virginianus* en el lugar.

Palabras clave: Biomasa, cobertura, diversidad, especies forrajeras, matorral desértico, valor de importancia.

Fecha de recepción/Reception date: 12 d mayo de 2020

Fecha de aceptación/Acceptance date: 30 de septiembre de 2020

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.

³Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: fer1960_08_10@hotmail.com

Introducción

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* Mearns, 1898) es la especie cinegética más importante en el mundo desde la perspectiva económica (Villarreal *et al.*, 2014; Retana *et al.*, 2015). En México, *O. virginianus* ssp. *texanus* es la subespecie de mayor talla corporal y valor cinegético, incluida en los registros de trofeos internacionales (Villarreal *et al.*, 2014). Por ello, desde la década de 1960, propietarios de predios en el noreste de México han enfocado las actividades de sus áreas hacia su aprovechamiento y conservación, como una alternativa de producción (Gallina *et al.*, 2009; Hernández *et al.*, 2018).

En México y en el sur de Texas, Estados Unidos de América, se le relaciona principalmente con matorrales desérticos (Mandujano *et al.*, 2010); debido a que proveen alimentos y protección a machos y a hembras con crías. El hábitat ideal para el venado cola blanca incluye una asociación de vegetación arbustiva y pastos de porte medio y alto (Bello *et al.*, 2006). Además, la presencia de nopales, agaves y otras suculentas es necesaria para amortiguar periodos prolongados de sequía (Espino-Barros y Fuentes, 2005). En ambos países se han realizado estudios profundos sobre requerimientos de su hábitat y estructura poblacional (Stocker y Gilbert, 1977; Gallina, 1993; Arceo *et al.*, 2005; Bello *et al.*, 2006), en particular sobre este tipo de matorrales (Gallina *et al.*, 2010; Gallina y Bello, 2010; Gallina y Bello, 2014). En el estado de Coahuila, se carece de investigaciones referentes a la composición, diversidad e importancia de esta comunidad para el desarrollo y mantenimiento de las poblaciones de venado cola blanca.

Conocer e interpretar la función de la cobertura vegetal en el desarrollo de las poblaciones de *O. virginianus* es fundamental para el correcto manejo de su hábitat (Stocker y Gilbert, 1977; Delfín *et al.*, 2009). Con el propósito de que el personal técnico, autoridades y propietarios de predios dedicados al manejo de esta especie tengan información pertinente para la implementación de herramientas y acciones dirigidas a su conservación en los matorrales desérticos del noreste de México, los

objetivos del presente trabajo fueron identificar y evaluar la diversidad, composición y productividad de un matorral desértico micrófilo para inferir su importancia en la conservación de *Odocoileus virginianus*, en una localidad de manejo controlado.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en un área de 1 030 ha destinada al venado cola blanca, dentro de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) Rancho San Juan (clave DGVS-CR-EX-3133-COA), en el municipio Monclova, Coahuila (Figura 1), ubicada a 38 km en línea recta al este de la cabecera municipal y a 43 km al oeste del municipio Candela, entre los 26°49'31.11" N y los 101°01'57.77" O.

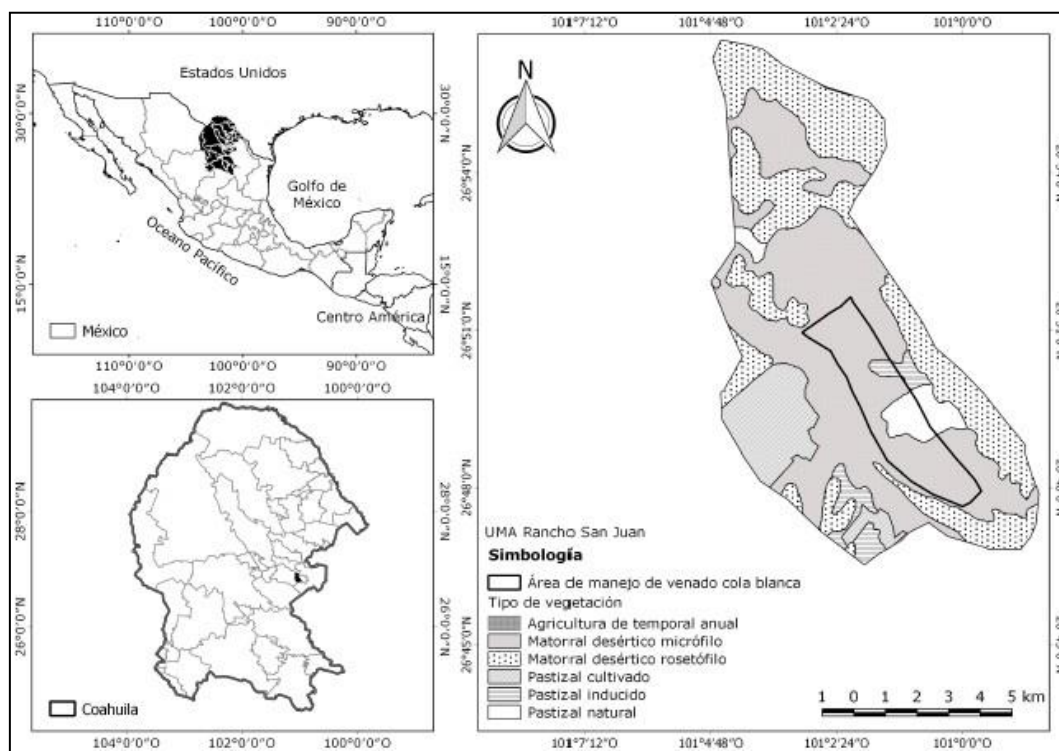


Figura 1. Localización y tipo de vegetación de la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México (INEGI, 2013).

El clima es seco (BS₀hw), con una temperatura promedio anual de 21 °C. La precipitación anual varía de 200 mm a 900 mm, con un intervalo altitudinal de 600 a 1 000 m (García, 1988). El tipo de vegetación dominante es matorral desértico micrófilo, con asociación de pastizal mediano abierto (Miranda y Hernández, 1963). Las especies vegetales representativas son arbustos como *Acacia berlandieri* Benth., *Acacia rigidula* Benth., *Castela texana* Torr & Gray, *Celtis pallida* Torr., *Flourensia cernua* DC., *Forestiera angustifolia* Torr., *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc., *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville; pastos del género *Bouteloua* y suculentas como *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm., entre las principales.

Descripción de la cobertura vegetal

Para evaluar la composición y estructura de la vegetación, se utilizó el método de línea *Canfield*, porque permite estimar valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia (González *et al.*, 2012). Se colocaron 18 líneas permanentes, al azar de 25 m de longitud en cada estación del año: otoño (octubre 2018), invierno (febrero 2019), primavera (mayo 2019) y verano (agosto 2019). Se midió la altura y cobertura de las plantas que interceptaron la línea. Las especies se clasificaron de acuerdo a su altura en: estrato bajo (\leq a 50 cm), medio (51-150 cm) y alto ($>$ a 150 cm); las cuales se midieron desde la base hasta la punta, con cinta métrica rígida de 1 1/4" de ancho y 3 m de longitud marca *Truper*. Con los parámetros evaluados se determinó el Índice de Valor de Importancia (*IVI*) según Curtis y McIntosh (1951), mediante la ecuación 1:

$$IVI = AR + FR + DR \quad (1)$$

Donde:

AR = Abundancia relativa

FR = Frecuencia relativa

DR = Dominancia relativa

La diversidad específica (α) del matorral en cada estación del año, se estimó con la ecuación 2 para calcular el índice de Diversidad de *Shannon* (1948).

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \times \text{Log}NP_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos en la estación (abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$

n = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies en la estación

Para conocer si existe diferencia significativa en la diversidad de plantas entre estaciones, se aplicó la prueba *t-student* ($\alpha \leq 0.05$) mediante la plataforma *R Studio* con el lenguaje de programación R (R Studio Team, 2016).

Estimación de la producción de biomasa

La productividad de forraje en las cuatro estaciones del año se expresó como la cantidad de biomasa por estrato vegetal en kg ha^{-1} (Fulbright y Ortega, 2006). Con el Método de *Adelaide* (Foroughbakhch *et al.*, 2005) se evaluó la producción de biomasa del estrato alto y medio, en 18 parcelas de 50 m^2 y 25 m^2 , respectivamente. El método consiste en tomar una unidad de referencia de cada planta dentro de las parcelas (representativa en forma y densidad foliar de toda la planta). Con ella se estimó el número de unidades por ejemplar y especie muestreada. Sin embargo, para el estrato bajo (pastos y herbáceas) se realizó su corta total en 18 parcelas de 1 m^2 (Chávez, 2000). Las muestras de biomasa de pastos, herbáceas y las unidades de referencia se colocaron en bolsas de papel, se etiquetaron y secaron en un horno tipo

INOX. 120VAC. 60HZ. a 75 °C hasta un peso constante. Por último, las muestras se pesaron en una balanza *ENTRIS* 8201-1S para obtener el peso seco.

Resultados y Discusión

Diversidad y composición de la cobertura vegetal

Se registró un total de 42 especies vegetales pertenecientes a 21 familias, de las cuales Poaceae (siete), Asteraceae (seis.), Fabaceae (cinco) y Cactaceae (cuatro) fueron las más comunes. De ellas, 16 estuvieron presentes durante las cuatro estaciones del año (Cuadro 1).

Cuadro 1. Índice de Valor de Importancia (*IVI*) de las especies registradas en las cuatro estaciones del año en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Familia	Especie	Estrato	Índice de Valor de Importancia (%)			
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i> Benth.	Alto	7.13	12.25	2.48	1.77
Fabaceae	<i>Acacia rigidula</i> Benth.	Alto	19.39	14.58	2.39	6.02
Agavaceae	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.	Medio	59.78	35.31	27.99	29.66
Agavaceae	<i>Agave scabra</i> Salm-Dyck	Medio	7.53	4.26	3.38	8.73
Verbenaceae	<i>Aloysia macrostachya</i> Moldenke	Medio	2.68	4.9	3.39	1.21
Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Bajo	-	-	1.87	-
Poaceae	<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	Bajo	-	-	3.29	-
Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Bajo	2.22	-	8.22	2.08
Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	Bajo	-	29.78	22.99	-
Asteraceae	<i>Brickellia glutinosa</i> S. Watson	Medio	-	-	-	2.27
Fabaceae	<i>Calliandra conferta</i> Benth.	Medio	15.09	8.97	-	-
Simaroubaceae	<i>Castela texana</i> Torr & Gray	Medio	-	-	-	1.17
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Alto	1.44	0.97	1.14	1.44

Gastelum *et al.*, **Importancia del matorral desértico micrófilo...**

Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Bajo	10.68	1.02	7.66	107
Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F. M. Knuth	Medio	9.19	1.92	5.43	7.06
Fabaceae	<i>Dalea greggii</i> A. Gray	Bajo	5.93	-	-	-
Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i> Scheele	Alto	1.61	-	-	-
Ephedraceae	<i>Ephedra pedunculata</i> Engelm. ex S. Wats.	Medio	35.4	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zucc.	Medio	17.39	23.8	12.94	9.53
Cactaceae	<i>Ferocactus</i> sp. Britton & Rose	Bajo	1.43	5.85	-	0.99
Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i> DC.	Medio	-	17.87	20.13	31.92
Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr.	Medio	11.01	1.34	0.9	1.38
Asteraceae	<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray	Medio	1.03	-	1.91	-
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm.	Medio	14.93	4.63	7.13	8.09
Bromeliaceae	<i>Hechtia glomerata</i> Mez.	Bajo	1.12	2.79	1.69	-
Poaceae	<i>Hilaria mutica</i> (Buckley) Benth.	Bajo	-	62.02	86.59	-
Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i> Sessé ex Cerv.	Medio	20.24	9.55	9.96	18.62
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Schult.) Zucc.	Medio	7.55	4.2	1.94	1.14
Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i> Zucc.	Medio	-	-	-	2.4
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Coville	Medio	-	-	1.1	-
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland) I. M. Johnston	Medio	4.61	2.23	1.72	2.36
Verbenaceae	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	Medio	-	10.72	19.1	9.05
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	Medio	25.23	15.16	13.08	23.62
Cactaceae	<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff.	Medio	1.46	1.03	-	-
Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i> A. Gray	Bajo	1.32	-	-	-
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Bajo	-	-	8.7	-
Poaceae	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Bajo	-	12.41	9.48	7.03
Achatocarpaceae	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray	Medio	-	-	1.71	-
Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	Medio	14.64	10.96	7.99	12.79
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i> Buc'hoz ex Etl.	Medio	-	1.48	-	-
Apocynaceae	<i>Telosiphonia macrosiphon</i> (Torr.) Henrickson	Medio	-	-	-	2.67
Asteraceae	<i>Wedelia texana</i> (A. Gray) B. L. Turner	Bajo	-	-	2.55	-
Asparagaceae	<i>Yucca filifera</i> Hort. ex Engelm.	Alto	-	-	1.17	-

Algunas especies registradas en este estudio se han consignado previamente en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México, por ejemplo: *Acacia rigidula* Benth., *Acacia berlandieri* Benth., *Calliandra conferta* Benth., *Celtis pallida* Torr., *Dyospiros texana* Scheele, *Forestiera angustifolia* Torr., *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc., *Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelm. y *Prosopis glandulosa* Torr. (Ramírez, 2004). Sin embargo, se consideran decrecientes, debido a que disminuye su disponibilidad en función del ramoneo (Dyksterhuis, 1948; Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004). En particular, *Acacia berlandieri* y *Acacia rigidula* son plantas forrajeras importantes para el venado cola blanca. Ramírez *et al.* (1996) concluyeron que en el noreste de México ambas especies constituyen 75 % de la dieta anual del venado. Además, sus inflorescencias representan una importante fuente de alimento, necesario para recuperar el gasto energético de la época reproductiva.

En el matorral existen taxones de emergencia (consumidas en ausencia o baja disponibilidad de las preferidas), también consideradas como crecientes, ya que aumentan su disponibilidad en relación al bajo consumo (Dyksterhuis, 1948; Ramírez, 2004) e incluyen: *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, *Lippia graveolens* Kunth, *Parthenium argentatum* A. Gray, *Parthenium hysterophorus* L., *Phaulothamnus spinescens* A. Gray, *Salvia coccinea* Buc'hoz ex Etl., *Wedelia texana* (A. Gray) B. L. Turner; además de, algunos pastos del género *Bouteloua*. Aunque estas no son preferidas por el venado, pueden ser fundamentales en épocas de baja disponibilidad y deficiente calidad de forraje. Sin embargo, Aguiar *et al.* (2011) indican que las plantas poco consumidas por el venado producen efectos adversos en la tasa de reproducción. Por ello, es indispensable mantener zonas con leguminosas.

Por otro lado, en zonas áridas y semiáridas la presencia del venado cola blanca está condicionada por la disponibilidad de especies como las suculentas, que funcionan como plantas amortiguadoras durante la temporada de sequía (Gallina y Bello, 2010). En este sentido, *Opuntia engelmannii* se identificó como dominante dentro del matorral, y se observaron evidencias de ramoneo por venados (Figura 2). Es una planta forrajera de interés para *Odocoileus virginianus* en el noreste de México y sur

de Texas, por su alto contenido de agua (90 %) (Ramírez *et al.*, 2000). Otras suculentas como *Agave lechuguilla* Torr., *Agave scabra* Salm-Dyck, *Hechtia glomerata* Mez., *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F. M. Knuth y *Opuntia microdasys* (Lehm.) Pfeiff., se identificaron en el área de estudio. De ellas, solo *Cylindropuntia leptocaulis* se registra en la dieta del venado para el noreste de México.

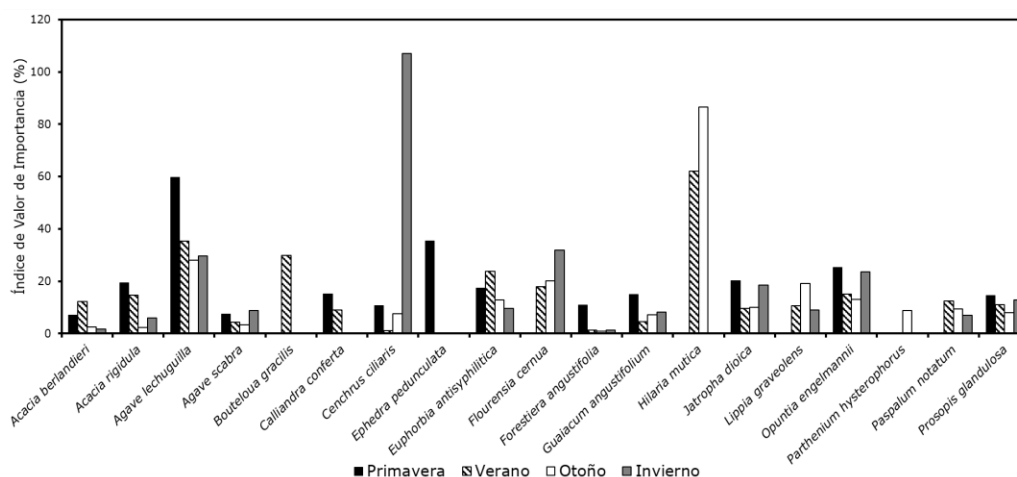


Figura 2. Especies dominantes en relación al Índice de Valor de Importancia por estación del año, en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Durante la primavera y el verano, las arbustivas presentaron mayor disponibilidad, 72.43 % y 50.07 %, respectivamente (Cuadro 1). Debido a que el venado cola blanca es selectivo en su alimento, las arbustivas son fundamentales en su hábitat. Por ejemplo, en Texas, EUA, el incremento en las poblaciones de venado cola blanca en el siglo XX se atribuyó al aumento en la disponibilidad de arbustos (Taylor y Hahn, 1947). Además, se ha documentado que árboles y arbustos representan la mayor parte de la dieta del venado (Ramírez *et al.*, 1996; Ramírez, 2004; Arceo *et al.*, 2005). La alta disponibilidad de ese tipo de plantas en primavera y verano indica que durante la época de parto (julio y agosto), los venados tendrán suficientes existencias de arbustivas para su consumo.

Los pastos predominaron durante el otoño y el invierno (59.94 % y 53.58 %, respectivamente). Lo anterior es significativo, ya que los manchones de pastos aportan cobertura térmica en los meses con bajas temperaturas. En este contexto, se constató que el venado utilizó esas formaciones vegetales, constituidas por *Cenchrus ciliaris* L., con una altura promedio de 50 cm (± 13.41), como sitios de descanso y cobertura, principalmente en invierno. Ramírez (2004) consigna que los venados consumen gramíneas en ausencia de sus especies forrajeras preferidas.

En relación al *IVI*, se identificaron 19 especies dominantes (Figura 2). Con excepción de *Agave lechuguilla*, *Agave scabra*, *Euphorbia antisyphilitica* Zucc., *Flourensia cernua* DC., *Guaiacum angustifolium* Engelm., *Lippia graveolens*, *Parthenium hysterophorus* y *Paspalum notatum* Flüggé todas han sido registradas en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México (Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006; Olguín *et al.*, 2017). En cambio, evitan consumir *Euphorbia antisyphilitica*, debido a su alto contenido de cera que dificulta su digestión (Ramírez, 2004).

Además de ser una planta consumida por el venado, *Guaiacum angustifolium* aporta cobertura de escape (Ramírez, 2004). Aunque no se identificó como un taxón dominante, *Karwinskia humboldtiana* aporta cobertura de escape, especialmente, en el invierno, porque permanece verde (Taylor *et al.*, 1997). Además, los venados prefieren como sitios de alimentación a los espacios abiertos casi sin arbustos, en donde predominan los pastos y las herbáceas (*Lippia graveolens*, *Paspalum notatum* y *Parthenium hysterophorus*) (Stewart *et al.*, 2000). Scarnecchia *et al.* (1988) indican que la existencia en el hábitat de esos sitios es fundamental para el consumo nocturno.

La diversidad de plantas es un importante componente del hábitat para la nutrición del venado cola blanca (Fulbright y Ortega, 2006); pues cuando es alta, propicia mayor estabilidad y flexibilidad del sistema para tolerar fenómenos tales como la sequía, y ofrece una dieta de valor nutricional superior para los animales (Ramírez, 2004). El índice de Diversidad de *Shannon* indica que la mayor diversidad de plantas se presentó en primavera (2.45) y la menor en invierno (1.87). Con excepción de las

primera dos estaciones del año, se identificó una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la diversidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores del índice de Diversidad de *Shannon* (H') y nivel de significancia de la prueba *t-student* en la diversidad de plantas por estación en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

Estación	H'	Nivel de significancia ($p \leq 0.05$) de la prueba <i>t-student</i> en la diversidad			
		Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera	2.42		NS	0.036*	3.354×10^{-11} ***
Verano	2.42			0.005**	1.442×10^{-15} ***
Otoño	2.25				2.457×10^{-8} ***
Invierno	1.86				

Nivel de significancia: $\leq 0.1^*$; $\leq 0.01^{**}$; $\leq 0.001^{***}$; NS = No significativo.

Una diversidad de plantas relativamente alta en primavera es fundamental para la buena nutrición del venado, ya que esta es más relevante que la abundancia de las plantas que prefieren, puesto que una sola especie vegetal no cubre todos los requerimientos nutricionales del venado durante el año (Fulbright y Ortega, 2006; Aguiar *et al.*, 2011). Un estudio realizado en Minnesota, EUA demostró que los venados cola blanca con una dieta más diversa mantienen un buen nivel nutricional de forma constante (Del Giudice *et al.*, 1989).

Desde el punto de vista nutricional, se identificaron taxones arbustivos que destacan por su alto contenido de calcio (básico para el desarrollo de las astas), como *Castela texana*. En contraste, a pesar de su relativamente bajo contenido de este mineral, los pastos nativos del noreste de México satisfacen las necesidades metabólicas de calcio del venado cola blanca texano (Ramírez *et al.*, 1996); por ejemplo, *Aristida*

adscensionis L., *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths, *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. e *Hilaria mutica* (Buckley) Benth. Otras con alto contenido de vitamina K (necesario para la coagulación sanguínea) como *Diospyros texana* Scheele y *Jatropha dioica* Sessé ex Cerv. (Ramírez, 2004), se registraron en este estudio.

Producción de biomasa y su importancia en el manejo del venado cola blanca

Se estimó una producción de biomasa promedio de 621.20 (± 85.08) kg ha⁻¹ por estación. En el verano y el otoño el aporte fue mayor (744.36 ± 44.20 kg ha⁻¹ y 607.93 ± 57.77 kg ha⁻¹, respectivamente); mientras que, en invierno se estimó la menor producción (553.36 ± 50.12 kg ha⁻¹) (Figura 3). Esta producción es relativamente baja, en comparación con los 1 501 (± 492.35) kg ha⁻¹ por estación calculados por Olgúin *et al.* (2017) en el estado de Tamaulipas, y los 929.2 (± 401.64) kg ha⁻¹ citados por Navarro *et al.* (2018) en Zacatecas.

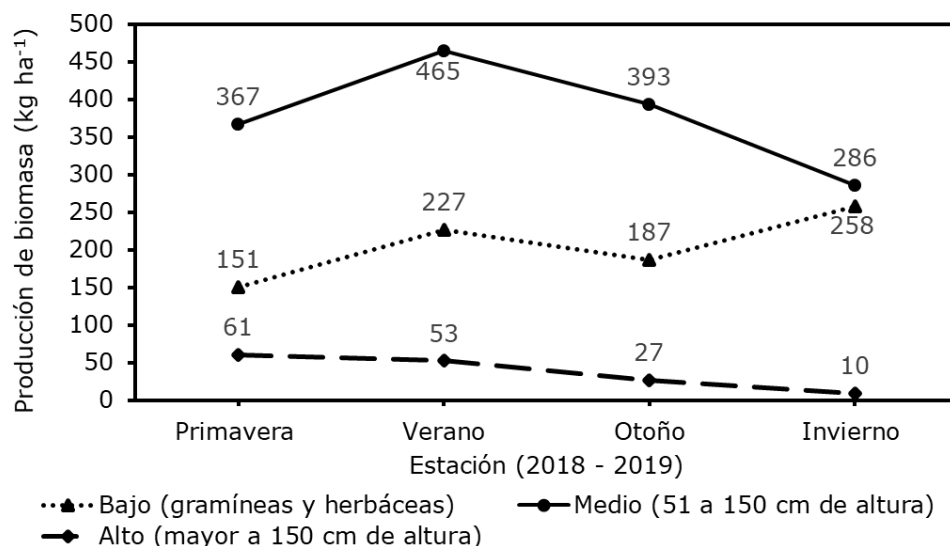


Figura 3. Variación en la producción de biomasa estacional por estrato vegetal en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

La biomasa del hábitat es un factor fundamental para el desarrollo de los venados. Por ello, la baja producción influye directamente en la capacidad de carga del matorral. Está documentado que un individuo adulto requiere de un consumo diario de biomasa de 2 a 4 % de su peso corporal (Kie *et al.*, 1983; Ramírez, 2004; Fulbright y Ortega, 2006). Sin embargo, el requerimiento varía en función del estado fisiológico, edad del venado, valor nutricional de las plantas disponibles, composición de las especies forrajeras y la distribución espacial del forraje (Stocker y Gilbert, 1977). Kie *et al.* (1983) señalan que el peso corporal de los machos adultos se incrementa rápidamente durante la primavera, y, por lo tanto, aumenta el consumo de forraje.

Las variaciones estacionales en la producción de biomasa en el presente estudio coinciden con las del consumo estacional de forraje por los venados del el sur de Texas. Se observa un decremento en la ingesta de forraje en verano, seguido de un incremento en otoño y en invierno el máximo decremento (Wheaton y Brown, 1983). El estrato medio aportó la mayor cantidad de biomasa en las cuatro estaciones del año ($> 1\ 000\ \text{kg ha}^{-1}$) y fue el verano, la estación con la más alta producción de biomasa ($1\ 858.52\ \text{kg ha}^{-1}$) (Figura 3). Lo anterior, se debió principalmente a que en julio se registraron en el área 80 mm de precipitación. Sin embargo, se estimó que los pastos y las herbáceas produjeron mayor cantidad en invierno ($1\ 032.70\ \text{kg ha}^{-1}$). El estrato alto fue el que menor biomasa aportó ($\leq 250\ \text{kg ha}^{-1}$) (Figura 3).

El venado cola blanca prefiere alimentarse de hojas y tallos jóvenes de arbustos, con más contenido de proteína y relativamente bajo en fibra y lignina (Ramírez, 2004). En este sentido, el matorral brinda los mayores valores de biomasa de arbustos en el año, en especial durante el verano (Figura 3), época cuando los venados requieren más forraje para producir el alimento de los cervatos (Fulbright y Ortega, 2006).

Por otro lado, la producción de herbáceas y gramíneas es necesaria, ya que el venado las consume si existe competencia por alimento (Ramírez, 2004). Como se consignó anteriormente, *Acacia berlandieri* y *Acacia rigidula* son plantas preferidas por el venado, y aunque fueron identificadas en este estudio como parte del matorral, su producción promedio de biomasa estacional ($18.79 \pm 15.13\ \text{kg ha}^{-1}$), en relación al

peso promedio de biomasa por estación ($621 \pm 85.08 \text{ kg ha}^{-1}$) no fue alto ($< 5.5 \%$). Por el contrario, en los pastos con alto contenido de lignina y bajo porcentaje de digestibilidad se verificó una mayor producción promedio de biomasa ($187.11 \pm 45.28 \text{ kg ha}^{-1}$) por estación (Figura 4), y hasta 43.84 % de la producción de biomasa en el invierno.

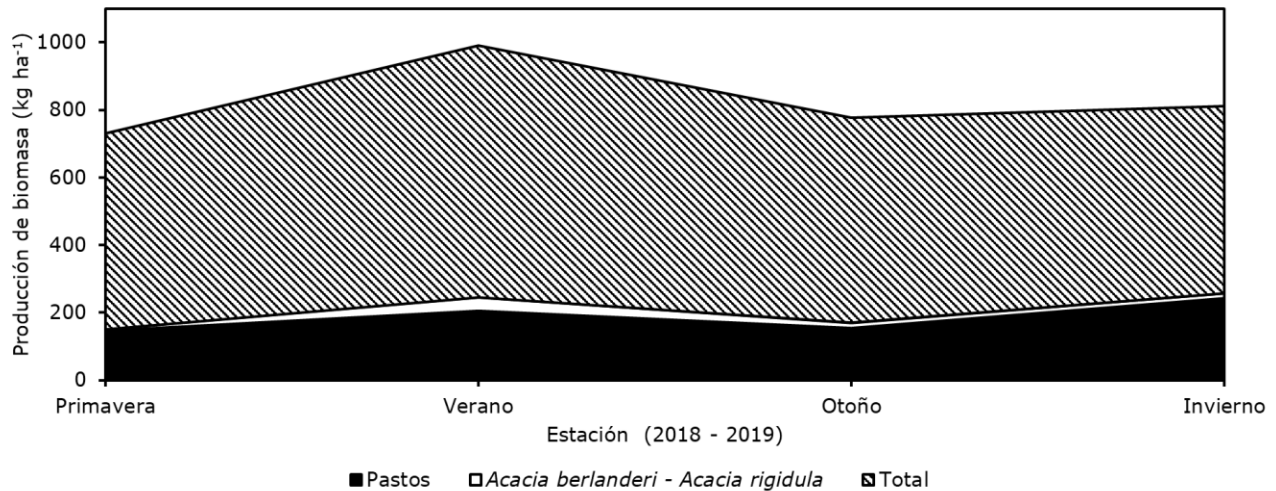


Figura 4. Comparación de la producción estacional de biomasa de especies básicas en la dieta del venado cola blanca en el noreste de México (*Acacia berlandieri* Benth. y *Acacia rigidula* Benth.) y pastos, en relación a la productividad total de biomasa, en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila, México.

La relativa baja producción de biomasa de especies preferidas como forraje del venado en el área de estudio (Figura 4) se refleja en una baja capacidad de carga del matorral. Los resultados que aquí se exponen deben complementarse con un estudio sobre hábitos alimentarios del venado cola blanca en las cuatro estaciones del año. Aunque el matorral proporciona taxones forrajeros y de cobertura térmica, la dominancia de pastos como *Cenchrus ciliaris* puede ser un indicador de disturbio.

Además, es relevante que se continúen realizando estudios de diversidad de plantas en otros hábitats del venado cola blanca en el noreste de México, con el fin de tener un punto de referencia y establecer mejoras de la cobertura vegetal que favorezcan la diversidad de plantas en el matorral.

Conclusiones

Se identificaron 21 familias y 42 especies de plantas dentro del matorral. De ellas, 25 están registradas en la literatura como especies de las que se puede alimentar el venado cola blanca. Destacan *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula* y *Opuntia engelmannii*, como especies de su preferencia. El matorral reúne taxa que brindan cobertura térmica y de escape como *Cenchrus ciliaris*, *Guaiacum angustifolium*, *Karwinskia humboldtiana* y *Yucca filifera*.

Los taxones forrajeros no presentan una alta producción de biomasa, en relación a la producción de pastos, que son poco consumidos por el venado.

La producción de biomasa promedio por estación es, relativamente, menor que en otros sitios del noreste de México. Aunque, en el matorral existen especies que brindan alimento, cobertura térmica y de escape su productividad podría no mantener una población viable de venados a largo plazo.

La información que aquí se expone es útil para estimar, de forma más precisa, la capacidad de carga del matorral e identificar sitios para la repoblación del venado cola blanca; para ello, se recomienda complementar estos resultados con un estudio estacional sobre la dieta del venado cola blanca.



Agradecimientos

Los autores agradecen al Lic. Gerardo Benavides Pape (propietario de la UMA Rancho San Juan) por su interés y apoyo para la realización de este trabajo. De igual forma, al Ing. Vladimir Lara Ramírez y al personal técnico del Rancho San Juan y del Laboratorio de Fauna Silvestre de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por su invaluable apoyo durante el desarrollo de la investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Fernando Isaac Gastelum Mendoza: trabajo de campo, análisis estadístico y elaboración del manuscrito; César Martín Cantú Ayala: revisión de resultados, apoyo en el análisis estadístico y en la revisión del manuscrito; José Isidro Uvalle Saucedo: apoyo en el trabajo de campo, identificación de plantas y revisión del manuscrito final; Eloy Alejandro Lozano Cavazos: revisión de resultados y del manuscrito final; Ricardo Serna Lagunes: apoyo en el análisis estadístico y revisión del manuscrito final; Fernando Noel González Saldívar: apoyo en la discusión de resultados y revisión del manuscrito final.

Referencias

Aguiar, A. D., L. O. Tedeschi, F. M. Rouquette, K. McCuiston, J. A. Ortega-Santos, R. Anderson and S. Moore. 2011. Determination of nutritive value of forages in south Texas using an in vitro gas production technique. *Grass and Forage Science* 66(4):526–540. Doi: 10.1111/j.1365-2494.2011.00809.x.

- Arceo, G., S. Mandujano, S. Gallina and J. L. Pérez. 2005. Diet diversity of white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a tropical dry forest in Mexico. *Mammalia* 69(2):159-168. Doi: 10.1515/mamm.2005.014.
- Bello, J., S. Gallina and M. Equihua. 2006. Characterization and habitat preferences by white-tailed deer in Mexico. *Journal of Range Management* 54(5):537-545. Doi: 10.2458/azu_jrm_v54i5_bello.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(4):388-394. Doi: 10.2307/1931725.
- Chávez, G.O. 2000. Determinación de la calidad del hábitat, dieta y calidad de forraje para tres especies de cérvidos en Montemorelos, Nuevo León. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 113 p.
- Delfín, C., S. Gallina y C. López. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* 2(2):215–228. Doi: 10.1177/194008290900200208.
- Del Giudice, G. D., L. D. Mech and U. S. Seal. 1989. Physiological assessment of deer populations by chemical analysis of urine in snow. *Journal of Wildlife Management* 53:284-291. Doi: 10.2307/3801124.
- Dyksterhuis, E. J. 1948. The vegetation of the western Cross Timbers. *Ecological Monographs* 18:325-3376. Doi: 10.2307/1948576.
- Espino-Barros, O. V. y Fuentes, M. M. 2005. Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia* 54(206-207):191-196.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1428341> (26 de febrero de 2020).

- Foroughbakhch, R., G. Reyes, M. A. Alvarado, J. Hernández and A. Rocha. 2005. Use of quantitative methods to determine leaf biomass on 15 woody shrub species in northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management* 216(1-3):359–366. Doi: 10.1016/j.foreco.2005.05.046.
- Fulbright, T. E. and J. A. Ortega. 2006. White-tailed deer habitat: ecology and management in rangelands. Texas A&M University Pres. College Station, TX, USA. 265 p.
- Gallina, S. 1993. White-tailed deer and cattle diets in La Michilía, Durango, Mexico. *Journal of Range Management* 46(6):487-492. Doi: 10.2307/4002857.
- Gallina, S., A. Hernández, C. Delfín y A. González. 2009. Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación Ambiental* 1(2):143-152. <https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/627/unidades.pdf> (11 de febrero de 2020).
- Gallina, S. y J. Bello. 2010. El gasto energético del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en relación a la precipitación en una zona semiárida de México. *Therya* 1(1):9–22. Doi: 10.12933/therya-10-1.
- Gallina, S., J. Bello, C. Verteramo and C. Delfin. 2010. Daytime bedsite selection by the texan white-tailed deer in xerophyllous brushland, North-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments* 74(3):373–377. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2009.09.032.
- Gallina, S. y J. Bello. 2014. Patrones de actividad del venado cola blanca en el noreste de México. *Therya* 5(2):423–436. Doi: 10.12933/therya-14-200.

García, E. 1988. Modificaciones al régimen de clasificación climática de Köppen, México. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 90 p.

http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf (25 de febrero de 2020).

González, D., H. Padilla, F. González, J. Uvalle y L. Reséndiz. 2012. Mejora a la estimación de la cobertura vegetal por línea intercepto o línea de Canfield. *Ciencia UANL* 15(59):72-76. <http://eprints.uanl.mx/2897/1/10ArticulodelCanF.pdf> (4 de marzo de 2020).

Hernández, D. A., M. Pulido, I. Zuria, S. Gallina and G. Sánchez. 2018. El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria* 28(4):31-41.

Doi: 10.15174/au.2018.2171.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000 serie V Conjunto Nacional. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Descargas> (1 de marzo de 2020).

Kie, J. G., M. White and D. Drawe. 1983. Condition parameters of white-tailed deer in Texas. *The Journal of Wildlife Management* 47(3): 583-594. Doi: 10.2307/3808596.

Mandujano, S., C. A. Delfin and S. Gallina. 2010. Comparison of geographic distribution models of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) subspecies in Mexico: biological and management implications. *Therya* 1(1):41-68.

Doi: 10.12933/therya-10-5.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-179.

Doi: 10.17129/botsci.1084.

Navarro, J. A., G. Olmos, J. Palacio, F. Clemente y C. Vital. 2018. Dieta, población y capacidad de carga del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en dos condiciones de hábitat en Tlachichila, Zacatecas, México. *Agroproductividad* 11(6):15-23. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/421> (11 de marzo de 2020).

Olguín, C., F. González, C. Cantú, L. Rocha, J. Uvalle y J. Marmolejo. 2017. Competencia alimentaria entre el venado cola blanca y tres herbívoros exóticos en el noreste de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 8(42):7-27. Doi: 10.29298/rmcf.v8i42.17.

Ramírez, R. G., G. F. Haenlein, A. Trevino and J. Reyna. 1996. Nutrient and mineral profile of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus texanus*) diets in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research* 23:7-16. Doi: 10.1016/s0921-4488(96)00895-4.

Ramírez, R. G., R. Neira, R. Ledezma and C. Garibaldi. 2000. Ruminant digestion characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. *Small Ruminant Research* 36(1):49–55. Doi: 10.1016/s0921-4488(99)00113-3.

Ramírez, R. G. 2004. Nutrición del venado cola blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Fundación Produce. Monterrey, N. L., México. 240 p.

Retana, O. G., L. Martínez, G. Niño., E. Victoria, Á. Cruz y A. Uc-Piña .2015. Patrones y tendencias de uso del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades mayas, Campeche, México. *Therya* 6(3):597–608. Doi: 10.12933/therya-15-313.

R Studio Team. 2016. RStudio: Integrated Development for R. (Online) RStudio, Inc. Boston, MA, USA. Doi: 10.1007/978-81-322-2340-5.

- Scarnecchia, D. L., J. Inglis, B. Brown, C. McMahan and R. Hood. 1988. Deer-brush relationships on the Rio Grande Plain, Texas. *Journal of Range Management* 41(1):95-96. Doi: 10.2307/3898807.
- Shannon, C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27:379-423. Doi: 10.1109/9780470544242.ch1.
- Stewart, K. M., T. Fulbright and D. Drawe. 2000. White-tailed deer use of clearings relative to forage availability. *The Journal of Wildlife Management* 64(3):733-741. Doi:10.2307/3802743.
- Stocker, M. and F. F. Gilbert. 1977. Vegetation and deer habitat relations in southern Ontario: Application of habitat classification to white-tailed deer. *The Journal of Applied Ecology* 14(2):433-444. Doi: 10.2307/2402556.
- Taylor, W. P. and H. Hahn. 1947. Die-offs among the white-tailed deer in the Edwards Plateau of Texas. *The Journal of Wildlife Management* 11(4): 317-323. Doi: 10.2307/3796211.
- Taylor, R. B., J. Rutledge and J. Herrera. 1997. A field guide to common South Texas shrubs. Austin: Texas Parks and Wildlife Press. 123 p.
<https://www.redalyc.org/pdf/495/49519421.pdf> (26 de febrero de 2020).
- Villarreal, E. B., O. Villarreal, G. Viejo, M. Reséndiz y C. Romero. 2014. Nuevas categorías de trofeos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) del Safari Club Internacional, para México. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA* 6(2):382-388. Doi:10.24188/recia.v6.n2.2014.445.
- Wheaton, C. and R. D. Brown. 1983. Feed intake and digestive efficiency of South Texas white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 47:442-450. Doi: 10.2307/3808517.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.



EVALUACIÓN DE HÁBITAT Y CAPACIDAD DE CARGA DEL VENADO COLA BLANCA (*ODOCOILEUS VIRGINIANUS TEXANUS*) EN COAHUILA, MÉXICO

Gastelum-Mendoza, F. I.^{1*}, Cantú-Ayala, C. M.², González-Saldívar, F. N.³, Lozano-Cavazos, E. A.⁴, Uvalle-Sauceda, J. I.⁵

^{1,2,3,5}Programa de Doctorado en Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional 85, kilómetro 145, Linares, Nuevo León, CP. 67700, México. *Autor de correspondencia: igastelumendoza@gmail.com

Gastelum-Mendoza, F. I.

Cantú-Ayala, C. M.

González-Saldívar, F. N.

Uvalle-Sauceda, J. I.

⁴Departamento de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, CP. 25315, México.

Lozano-Cavazos, E. A.

Introducción: El venado cola blanca es la especie cinegética de mayor valor económico en el noreste de México. En Coahuila, no se ha realizado un estudio sobre la capacidad de carga de la subespecie *Odocoileus virginianus texanus*, que permita manejar de forma sustentable a la especie.

Objetivo/Hipótesis: Caracterizar la vegetación en un matorral desértico rosetófilo donde se maneja venado cola blanca y estimar su capacidad de carga en las cuatro estaciones del año.

Materiales/Métodos: El estudio se realizó en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila. La vegetación se caracterizó con el método de Líneas de Canfield y la producción de biomasa mediante el método de Adelaide. La capacidad de carga se estimó mediante el modelo propuesto por Holecheck *et al.* (1995). Se aplicaron índices de diversidad, dominancia y riqueza por estación.

Resultados: Se identificaron 42 especies vegetales, destacando por su mayor valor de I.V.I.: *Agave lechuguilla*, *Bouteloua gracilis* e *Hilaria mutica*. Arbustivas y pastos fueron las más frecuentes. No se encontró una diferencia significativa entre la diversidad por estación, pero sí en la producción de biomasa entre primavera y verano ($p > 0.05$). Arbustivas y gramíneas, fueron las de mayor producción de materia seca (1,510.88 y 748.44 kg/ha, respectivamente). La capacidad de carga se estimó en 2.3 ha/venado (437.49 venados en un área de 1,000 ha).

Conclusiones/Implicaciones: El matorral presenta una fisionomía óptima para el manejo de venado cola blanca, con especies forrajeras y pastos que brindan adecuada cobertura. La densidad de 0.6 ha/venado (600 venados en 1,000 ha) de la UMA, se debe a las prácticas de mejoramiento de hábitat. Sin embargo, en el mediano plazo podrían verse condiciones adversas en la producción de biomasa.

Palabras clave: Matorral; Densidad; Biomasa; Hábitat



DIETA DE HERBÍVOROS: TÉCNICA, IMPORTANCIA E IMPLICACIONES EN EL MANEJO DE FAUNA SILVESTRE

Reséndiz-Dávila, L.¹, Gastelum-Mendoza, F. I.^{2*}, Cantú-Ayala, C. M.³, González-Saldívar, F. N.⁴, Uvalle-Sauceda, J. I.⁵

^{1,2,3,4,5}Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Carretera Nacional 85, kilómetro 145, Linares, Nuevo León, CP. 67700, México. *Autor de correspondencia: igastelumendoza@gmail.com

Reséndiz-Dávila, L.

Gastelum-Mendoza, F. I.

Cantú-Ayala, C. M.

González-Saldívar, F. N.

Uvalle-Sauceda, J. I.

Introducción: Los herbívoros silvestres desempeñan un papel fundamental en la dinámica de la vegetación. Conocer la forma en que utilizan el forraje, mediante la evaluación de su dieta, es importante en el manejo del hábitat. En este sentido, la técnica microhistológica ha sido fundamental en los estudios sobre dieta de herbívoros silvestres y domésticos.

Objetivo/Hipótesis: Los objetivos de este trabajo, fueron revisar los aportes e implicaciones de la técnica microhistológica en el manejo de herbívoros silvestres y brindar recomendaciones para realizar estudios de dieta.

Materiales/Métodos: Se realizó un meta-análisis en temas de dieta en cérvidos y bóvidos silvestres en Norteamérica, con la finalidad de conocer los enfoques de los estudios sobre dieta en el manejo de estas especies. Se describen estos trabajos, discuten, y brindan recomendaciones para realizar adecuadamente la técnica microhistológica.

Resultados: La técnica microhistológica es una herramienta fundamental en estudios de dieta en herbívoros, utilizada para evaluar la capacidad de carga de especies de interés cinegético. El uso de hipoclorito de sodio como método de aclareo ha sido cuestionado; sin embargo, permite identificar las estructuras celulares eficazmente. Los estudios sobre dieta, deben estar acompañados de una evaluación de disponibilidad de forraje. La recolecta de heces debe realizarse al menos durante las cuatro estaciones del año y el número de muestras debe ser superior a 50 por estación.

Conclusiones/Implicaciones: La técnica microhistológica en el estudio del borrego cimarrón usando el hipoclorito de sodio ha resultado un adecuado método de aclareo de muestras vegetales. Determinar la disponibilidad de forraje y definir la dieta de un herbívoro, son aspectos íntimamente ligados para evaluaciones de hábitat. El conocimiento sobre la dieta es indispensable en evaluaciones adecuadas sobre capacidad de carga.

Palabras clave: Células vegetales; Estomas; Ungulados; Capacidad de carga.