

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL



Composición de la Dieta de Verano de una Población Reintroducida de Bisonte  
Americano (*Bison bison* L.) en Coahuila, México.

Por:

**FERNANDO ALEJANDRO GALAVIZ ALVARADO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Composición de la Dieta de Verano de una Población Reintroducida de Bisonte  
Americano (*Bison bison* L.) en Coahuila, México.

Por:

**FERNANDO ALEJANDRO GALAVÍZ ALVARADO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría

Dr. Francisco Cruz García  
Asesor Principal

Dr. José Isidro Uvalle Saucedá  
Asesor Principal Externo

Dr. Genaro Esteban García Mosqueda  
Coasesor

M.C. Héctor Darío González López  
Coasesor

Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Coordinador Interino de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2023

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor principal quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

**Autor principal**



---

Fernando Alejandro Galaviz Alvarado

## DEDICATORIA

A la estrella más brillante de mi firmamento, la mujer que más he querido en la vida y quien me forjó como buen hombre, a mi madre Gabina Bazaldua Martínez †

A mis padres por ser los pilares de mi vida y por siempre haberme apoyado durante mi formación académica.

A mis abuelos, Juan Pablo, Salvador y Manuela, de quienes heredé mi gusto por el campo y a los cuales les debo mucho de mi conocimiento.

A mi gran familia por ser el motor que me mueve y ser los que siempre me motivan para continuar aun cuando he tenido ganas de rendirme.

A mis difuntos, porque en vida dieron demasiado para que yo estuviera bien y siempre me dieron consejos para mejorar como persona.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Alma Mater por darme tanto y permitir que fuera un miembro más de tan bella comunidad estudiantil y profesional. Todo mi trabajo será en pro de enaltecer su nombre y mantener su prestigio como Universidad.

A la empresa CEMEX por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo, al Dr. Alejandro Espinosa Treviño y el M. C. Jonás A. Delgadillo Villalobos por todas las facilidades prestadas en La Reserva Natural El Carmen.

Al Dr. Francisco Cruz García por toda la asesoría y el respaldo brindado en la elaboración de este proyecto.

Al Dr. José Isidro Uvalle Saucedo por compartir gran parte de sus conocimientos en el tema, además de tener siempre la mejor disposición para culminar este trabajo.

Al Dr. Genaro Esteban García Mosqueda por las sugerencias y por facilitar gran parte de la gestión de este proyecto.

A la Facultad de Ciencias Forestales por todas las facilidades brindadas durante mi estancia en ella, y en especial al Ing. Leonel y el Técnico Homero, quienes siempre me apoyaron en las actividades del análisis microhistológico.

Al Ing. Marco Antonio Granillo Chapa quien de manera desinteresada me apoyó a concretar el proyecto y ha hecho gran cantidad de sugerencias para la mejora de este documento.

A mis amigos de la carrera, Ashley, Vanesa, Kevin, Humberto, Carlos y a toda la generación CXXXV por hacer de mi vida universitaria más amena y divertida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general .....	3
1.1.1 Objetivos específicos .....	3
1.2 Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Descripción de la especie .....	4
2.1.1. Taxonomía .....	4
2.1.2. Características morfológicas .....	4
2.1.3. Distribución y Hábitat.....	6
2.2. Importancia de la especie .....	6
2.2.1. Punto de vista ecológico.....	6
2.2.2. El conflicto: Bisonte vs Ganado Bovino .....	8
2.3. Los pastizales en México y en Coahuila .....	9
2.4. Métodos para determinar la composición de dieta en herbívoros .....	11
2.4.1. Encuesta a productores o gente del campo .....	12
2.4.2. Observación en campo.....	12
2.4.3. Contenido estomacal.....	12
2.4.4. Fistula ruminal y esofágica .....	13
2.4.5. Análisis de heces fecales .....	13
2.4.6. Alcanos lineales (ceras cuticulares) .....	13

2.4.7.	Espectroscopía infrarroja.....	14
2.4.8.	Isotopos estables.....	14
2.4.9.	Códigos de barras de ácido desoxirribonucleico ADN.....	14
2.5.	La técnica microhistológica .....	15
2.6.	Dieta del bison americano.....	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1.	Descripción del área de estudio.....	18
3.1.1.	Ubicación.....	18
3.1.2.	Fisiografía.....	20
3.1.3.	Hidrología .....	20
3.1.4.	Climatología .....	20
3.1.5.	Geología.....	21
3.1.6.	Edafología .....	22
3.1.7.	Uso de Suelo y Vegetación .....	23
3.2.	Análisis microhistológico .....	25
3.2.1.	Trabajo de campo.....	25
3.2.2.	Trabajo de laboratorio .....	27
3.3.	Análisis de la información .....	31
3.3.1.	Índice de Kulczynski para estimar similitud .....	31
3.3.2.	Índice de Diversidad de Shannon – Weaver .....	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
5.	CONCLUSIONES.....	46
6.	LITERATURA CITADA .....	47

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Tabla 1.</b>	Clasificación taxonómica del bisonte americano .....	4
<b>Tabla 2.</b>	Medidas morfológicas del bisonte americano .....	5
<b>Tabla 3.</b>	Especies documentadas en pastizales cercanos a la RNC. ....	10
<b>Tabla 4.</b>	Clasificación de los herbívoros en función de su alimento.....	16
<b>Tabla 5.</b>	PCD a nivel especie para cada mes analizado.....	38
<b>Tabla 6.</b>	Listado florístico del área de estudio .....	43



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Macho adulto de bisonte en La Reserva Natural El Carmen.....	5
<b>Figura 2.</b> Plano de ubicación de la Reserva Natural El Carmen .....	19
<b>Figura 3.</b> Estructuras histológicas de pasto (a), hierba (b) y arbusto (c). .....	29
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de Contribución a la Dieta por formas de vida .....	35
<b>Figura 5.</b> PCD por familias durante junio.....	36
<b>Figura 6.</b> PCD por familias durante julio.....	37
<b>Figura 7.</b> PCD por familias durante agosto .....	37
<b>Figura 8.</b> Grado de similitud entre dietas expresado en porcentaje .....	40
<b>Figura 9.</b> Diversidad de la dieta de bisontes de El Carmen.....	41

## RESUMEN

Se evaluaron muestras fecales a través de la técnica microhistológica para conocer la composición botánica de la dieta de una población reintroducida de bison americano (*Bison bison* L.) en La Reserva Natural El Carmen, al norte del estado de Coahuila. Fueron colectadas 50 excretas por cada mes, representativas del verano de 2022 (junio - agosto), analizándose por grupo compuesto mensual. Se encontraron un total de 26 especies en la dieta, siendo las más importantes *Muhlenbergia dubia*, *Setaria leucopila*, *Muhlenbergia arenicola*, *Croton suaveolens*, *Abutilon fruticosum* y *Buddleja scordioides*. Existió una marcada preferencia por pastos y hierbas ( $\bar{x}$  de 43.1% y 39.6% de consumo respectivamente), la ingesta de pastos fue decreciendo con el tiempo, mientras que las hierbas fueron en aumento. El mayor consumo de arbustos ocurrió en Julio. La similitud de la dieta entre meses fue mayor en julio – agosto y la diversidad más alta se reporta en junio ( $H' = 2.54$ ). Al igual que en otras investigaciones, los resultados demuestran que el bison además de las gramíneas complementa su dieta con hierbas y arbustos en una medida mayor de la que se podría suponer. Por este motivo se asume que la población Del Carmen durante el verano posee hábitos alimenticios característicos de los consumidores intermedios.

## ABSTRACT

Fecal samples were evaluated using micro histological techniques to determine the botanical composition of the diet of a reintroduced population of American bison (*Bison bison* L.) in El Carmen Natural Reserve, located at the north of the state of Coahuila. Fifty scats were collected per month, representative of the summer of 2022 collection (June to August) and were analyzed by monthly composite group. A total of 26 species were found conforming the bison's diet, the most important being *Muhlenbergia dubia*, *Setaria leucopila*, *Muhlenbergia arenicola*, *Croton suaveolens*, *Abutilon fruticosum* and *Buddleja scordioides*. There was a marked preference for grasses and forbs ( $\bar{x}$  consumption of 43.1% and 39.6% respectively), the intake of grasses decreased over time, while the consumption of forbs increased. The highest shrub consumption occurred in July. Diet similarity between months was highest in July-August and the highest diversity is reported in June ( $H' = 2.54$ ). As in some other studies, the results show that bison, in addition to grasses, supplement their diet with grasses and shrubs to a greater extent than might be expected. For this reason, it is assumed that the Del Carmen population during the summer has feeding habits characteristic of intermediate feeders.

## 1. INTRODUCCIÓN

El bisonte (*Bison bison* L.) es posiblemente el animal más emblemático del continente americano, y en cuanto a peso respecta, es el más grande (Rojas, 2015). De la familia Bovidae, comparte parentesco lejano con las vacas, por ello es que los historiadores de la Nueva España y demás pobladores del viejo mundo los llamaran “vacas de los llanos”, “vacas de Cíbola” o “toros mexicanos” (Vázquez, 2013). Históricamente el bisonte, residía desde Alaska hasta la parte norte de México, pastando por grandes extensiones territoriales de lo que actualmente es Canadá y Estados Unidos. En nuestro país se tiene registro de avistamientos históricos en los estados norteros de Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, además de algunos en las entidades de Durango y Zacatecas (List *et al.*, 2007).

Sin embargo, producto de la cacería desmedida por parte de los europeos que arribaron al continente americano, en el siglo XIX las poblaciones de bisonte fueron mermando hasta casi extinguirse (Krech, 2001). Arita y Ceballos (1997) destacan que, si bien los registros del animal en México lo catalogaban como extinto hasta hace unas décadas, fue encontrado un pequeño rebaño entre los límites de Chihuahua y Nuevo México, generándole al gobierno mexicano una fuerte necesidad de protección para la especie, lo que los llevo a incluirlo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción.

Dada la importancia ecológica, cultural e histórica del bisonte en el continente americano, se considera necesario realizar evaluaciones de interés científico para conocer el comportamiento de la especie en zonas donde ha sido reintroducido, como es el caso del área de estudio. En el estado de Coahuila, son varias las poblaciones de bisonte que se han reincorporado y de las cuales suele carecer información al respecto. El objetivo de este trabajo es generar conocimiento sobre algunos aspectos básicos (como lo es la dieta) para el manejo de poblaciones de esta especie y de fauna en general, los cuales, de ser adquiridos, ayudarán a emitir una serie de recomendaciones a los propietarios de la UMA donde habita el bisonte, contribuyendo así a los esfuerzos nacionales e internacionales para la conservación de sus poblaciones en el medio silvestre.

## **1.1. Objetivo general**

Concebir y aportar conocimientos ecológicos básicos para el manejo de un hato de bisontes reintroducidos en la Reserva Natural El Carmen, localidades de Ocampo y Múzquiz, Coahuila.

### **1.1.1 Objetivos específicos**

- I. Determinar la composición botánica de la dieta del rebaño de bisontes analizando material fecal mediante la técnica microhistológica.
- II. Identificar las especies mayormente consumidas por el bisonte durante el periodo de estudio.
- III. Conocer los hábitos alimenticios de la población de bisontes de la Reserva Natural El Carmen en verano (consumidor de forrajes, mixto o ramoneador).

## **1.2 Hipótesis**

$H_0$ = En la Reserva Natural El Carmen los bisontes mantienen sus hábitos de pastoreo durante el verano, reflejando de manera indirecta una condición buena o regular del pastizal.

$H_1$ = En la Reserva Natural El Carmen los bisontes consumen cantidades mayores de hierbas y arbustos durante el verano.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción de la especie

#### 2.1.1. Taxonomía

El informe digital generado por el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), describe la jerarquía taxonómica actual del bisonte americano (Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del bisonte americano

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Género	<i>Bison</i>
Especie	<i>B. bison</i> (Linnaeus, 1758)
Subespecie	<i>B. bison bison</i>

Fuente: ITIS (2022)

#### 2.1.2. Características morfológicas

Reynolds *et al.* (2003) describen al bisonte como un mamífero ungulado, rumiante, que pasta (consume pastos) más de lo que ramonea; de cabeza amplia, cuello corto, joroba alta sobre los hombros y cuernos curvos hacia la testa; con pelaje largo y lanoso que cubre la cabeza, barbilla, cuello, hombros y pecho, su coloración es marrón y varía a lo largo del año de tonos oscuros a claros como respuesta al cambio de estación; un rasgo a destacar es que tanto machos como hembras cuentan con cuernos.

Meagher (1986) caracterizó morfológicamente ambos sexos del bisonte, mencionando que el dimorfismo sexual en la especie es muy notorio en ejemplares adultos, con diferencias significativas en masa corporal; los machos con variaciones de 544 a 907 kg, y las hembras con peso que van de los 315 a los 545 kg. Adicionalmente logró reportar sus medidas fisonómicas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Medidas morfológicas del bisonte americano

<b>Medidas</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>	<b>Unidades</b>
Longitud total	3.04 – 3.80	2.13 – 3.18	Metros
Largo de la cola	0.33 – 0.91	0.30 – 0.51	
Largo de patas traseras	0.58 – 0.68	0.50 – 0.53	
Altura a los hombros	1.67 – 1.86	1.52 – 1.57	

Fuente: Meagher. *Bison bison*. Mammalian Species, 1986

Además de las dimensiones, una de las diferencias más notables entre sexos es la cantidad de pelaje, en el macho resulta más abundante (Figura 1), tanto que llega a cubrir toda la mitad delantera del animal (Meagher, 1986).



**Figura 1.** Macho adulto de bisonte en La Reserva Natural El Carmen.



### 2.1.3. Distribución y Hábitat

En América existen dos subespecies de bison, siendo la subespecie *bison* la que se estudió en este trabajo, a esta se le denomina “de las planicies”, diferente a la subespecie *athabascae* conocida como “bisonte de bosque”, cuya distribución se restringe a Canadá y una porción del territorio noroeste de Estados Unidos (Gates *et al.*, 2010). En México se tienen documentados avistamientos históricos en cinco estados del norte: Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, y aunque no hay evidencia escrita de la presencia del bison en el estado de Durango, List *et al.* (2007) estimaron que dicha entidad forma parte de la distribución histórica del animal.

Sanderson *et al.* (2008) y Gates *et al.* (2010) enlistan varios tipos de hábitat donde suele residir el bison americano, entre ellos se encuentran los pastizales mixtos, praderas de pasto alto y corto, bosques templados, estepas y pastizales desérticos, además de las zonas de transición entre los pastizales y bosques de montaña.

## 2.2. Importancia de la especie

### 2.2.1. Punto de vista ecológico

Los efectos que tiene el bison sobre el ecosistema y sus componentes le adjudican gran parte de su importancia, como ejemplo tenemos, que la gran cantidad de pelaje que posee en la parte delantera de su cuerpo sirve de transporte para semillas de varias especies (Reynolds *et al.*, 2003), Eyheralde (2015) logró aseverar lo anterior y agrega que las excretas son también un medio de dispersión para las gramíneas; Ranglack y du Toit (2015) afirman que estos animales a través de sus hábitos de pastoreo sirven como indicador ecológico de condiciones buenas en el pastizal durante todo el año; Nickell *et al.* (2018) lo llamaron ingeniero de ecosistemas después de analizar que, sus actividades de pastoreo, pisoteo y revolcadero, impactan positivamente al medio ambiente.

En las praderas de pastos altos, autores como Knapp *et al.* (1999), Towne *et al.* (2005) y Elson y Hartnett (2017) coinciden en que la predilección del bisonte por consumir pastos reduce la dominancia de estas plantas, permitiendo que en el ecosistema proliferen las hierbas no pastadas, logrando entonces un aumento en la riqueza y abundancia de especies, al menos en una escala local y temporal. En los ecosistemas de pastizales mixtos, el efecto del bisonte no es tan alto comparado con otras praderas (McMillan *et al.*, 2019), reduciendo sus beneficios solamente al aumento en la riqueza vegetal.

Un hábito común de los bisontes es la creación de revolcaderos, Ware *et al.* (2014) mencionan que esta actividad aumenta la diversidad florística a nivel local al perturbar el terreno, propiciando el desarrollo de plantas anuales y de sucesión ecológica temprana. Polley y Collins (1984) llegaron a la misma conclusión al estudiar revolcaderos activos e inactivos. Aparte de los cambios en la composición vegetal observaron otras diferencias entre estas áreas y el resto del pastizal, destacando la disponibilidad de fósforo y humedad en el suelo, ambas como consecuencia del cambio en la clase textural.

Se ha comprobado que los bisontes favorecen el aumento estacional en artrópodos (principalmente herbívoros), Nickell *et al.* (2018) enfocaron su atención sobre los revolcaderos, donde efectivamente la cantidad de artrópodos era mayor, especialmente en los inactivos, alcanzando su punto álgido en primavera; Moran (2014) por su parte estudió el efecto desde la perspectiva del pastoreo, si bien el bisonte reduce la cantidad de alimento, también estimula el incremento de la producción de nitrógeno en la planta al consumir parte de ella, por lo que este autor concluyó que el crecimiento poblacional del ya mencionado grupo de insectos, se debe al aumento en el valor nutricional de los forrajes pastados.

Es sabido que los animales son un eslabón más del ciclo de Nitrógeno, aportando este nutriente a través de las excretas, orina y por descomposición (animales muertos), en el caso de los bisontes se ha demostrado que la deposición de orina

en el pastizal crea áreas (denominadas parches de orina) con vegetación de mayor biomasa, cantidad de raíces y concentraciones de Nitrógeno; generando consigo, fuentes de forraje que permanecerán disponibles durante el período de inactividad vegetal (Day y Detling, 1990).

### 2.2.2. El conflicto: Bisonte vs Ganado Bovino

Muchas han sido las investigaciones que han estudiado las diferencias entre el ganado bovino y los bisontes, de estos han surgido datos importantes respecto a los hábitos y el efecto de ambos herbívoros en el ecosistema, sirviendo a la vez como información clave para atribuirle mayor importancia ecológica al bisonte.

Van Vuren (2001) describe a los bisontes como ejemplares maximizadores de energía, ya que se desplazan a terrenos más lejanos o de difícil acceso con tal de conseguir mejores forrajes, contrastando con el hábito del ganado ya que este limita sus movimientos en función de la disponibilidad de fuentes de agua. Este mismo autor agrega que durante el verano, la superficie pastada por bisontes en las Henry Mountain asciende a 5'220 ha, mientras su homólogo bovino se confina en una fracción más pequeña de 375 ha.

En el factor espacial, Kohl *et al.* (2013) encontraron resultados similares a Van vuren, estudiando dos poblaciones calcularon parches de alimento de 11'690 ha para los bisontes, mientras que para las vacas la superficie en hectáreas varió de 48 a 615. Además, estimaron los tiempos que ambos animales permanecen pastando, siendo mayor la dedicación del ganado (45 – 49 %), sin contar que el tiempo que pasa cerca del agua también es mayor, adicional a esto encontraron que los bisontes se movilizan de un 50 a 99% más rápido que la competencia. En general, Kohl *et al.* (2013) aseguran que, en lo respectivo al comportamiento, las dos especies son diferentes.

Otra diferencia importante entre estos animales fue notada por los gestores del 777 Bison Ranch, quienes mencionan que los bisontes pastorean mientras se mueven, caso contrario al ganado que permanece muchos días donde pasta (Hillenbrand *et al.*, 2019); dicho dato se asemeja al caso de los bisontes en Henry Mountain, donde se ha observado que rara vez permanecen más de 3 días en la misma zona (Van Vuren, 1979).

Ranglack *et al.* (2015) encontraron que, sobre los pastizales de Henry Mountain en Utah, el ganado es responsable de la mitad de la pérdida de forraje por consumo, secundado por los lagomorfos con el 34.1%, mientras que los bisontes son consumidores del 13.7%, y aunque estos datos son cuestionables dada la marcada diferencia del tamaño poblacional de los dos grandes herbívoros, Ranglack y du Toit (2016) asumen que estos efectos no dependen estrictamente de la densidad animal.

En el 777 Bison Ranch, Hillenbrand *et al.* (2019) lograron estudiar la conjugación del pastoreo de bison y el manejo holístico, y compararlo con el manejo ganadero tradicional ejecutado en propiedades vecinas a este rancho. Los resultados positivos que reporta este trabajo son aumentos en: cobertura de hojarasca fina, biomasa herbácea y diversidad de la composición florística, además de una disminución en la cantidad de suelo desnudo y una mejora en la infiltración de agua.

Bajo todas las premisas antes descritas, podemos asumir que la presión que ejerce el bison sobre los pastizales es poca si se compara con quién lo sustituyó en dicho ecosistema (vacas), manteniendo así la estabilidad en este medio.

### **2.3. Los pastizales en México y en Coahuila**

De acuerdo con los informes de la situación del medio ambiente en México versión 2015 y 2018, la superficie del pastizal natural rebasa ligeramente los 9.5 millones de hectáreas, habiéndose perdido entre ambas evaluaciones 200 mil ha. Estos

ecosistemas se sitúan en su mayoría en la región semiárida del norte del país y son destinados a la producción pecuaria (SEMARNAT, 2016 y SEMARNAT, 2019).

Jurado – Guerra, *et al.* (2021) señalan que además de la disminución territorial, el deterioro de los pastizales a nivel nacional es evidente, por lo que se debe frenar el avance de la frontera agrícola y regular las cargas animales de cada unidad productora (rancho, ejido o comunidad) para evitar el sobrepastoreo.

**Tabla 3.** Especies documentadas en pastizales cercanos a la RNC.

Nombre científico	Nombre común	Área de reporte
<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita azul	Pastizal Mediano Abierto; Valles de Peñalba, Colombia, La Babia y El Infante.
<i>B. hirsuta</i>	Zacate navajita velluda	
<i>B. curtipendula</i>	Zacate banderita	
<i>Panicum hallii</i>	Zacate rizado	
<i>Leptochloa dubia</i>	Zacate gigante	
<i>Setaria macrostachya</i>	Zacate temprano	
<i>Hilaria mutica</i>	Zacate toboso	
<i>Eragrostis spp.</i>	Zacate amor	
<i>Aristida spp.</i>	Zacate tres barbas	
<i>Bouteolua eriopoda</i>	Zacate navajita velluda	Pastizal Mediano Abierto; Valles de origen Ígneo, al Norte y Noroeste de Coahuila.
<i>B. gracilis</i>	Zacate navajita azul	
<i>B. curtipendula</i>	Zacate banderita	
<i>Panicum hallii</i>	Zacate rizado	
<i>Hilaria mutica</i>	Zacate toboso	
<i>Pappophorum mucronulatum</i>	Zacate barbón	
<i>Eragrostis spp.</i>	Zacate amor	

Fuente: SARH. Coahuila, 1979

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), a través de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) en 1979 caracterizó la vegetación del estado de Coahuila, estimando 584'005.19 hectáreas de pastizal, agrupada en 6 asociaciones de este ecosistema, además logró registrar las gramíneas más comunes de cada región (Tabla 3). Por su parte el Inventario Estatal Forestal y de Suelos de esta entidad reporta 442'497.13 ha de pastizal natural (SEMARNAT - CONAFOR, 2014).

Cifras más recientes (INEGI, 2021) mencionan que, del total estatal, 8.4% corresponde a este tipo de vegetación (1'273'396.48 ha aproximadamente), siendo la cifra más alta reportada para el estado, posiblemente por incluir todos los tipos de pastizal; nativos, gipsófilos, halófilos e inducidos.

La pérdida y degradación de los pastizales en el norte de México ha estado documentada desde la segunda mitad del siglo pasado. González y Fierro (1985) enlistan tres principales causas: sobrepastoreo, falta de planeación o planeación inadecuada y políticas agrarias erróneas, reconociendo al sobrepastoreo como la de mayor impacto, ya que desencadena efectos negativos severos sobre el pastizal como la reducción general en la productividad del ecosistema y a ella se suman la erosión, y la invasión de especies indeseables (incluidas las plantas nocivas), de este último punto, Van Auken (2009) destaca que la invasión de leñosas a nivel mundial ha ido en aumento durante el último siglo, por lo que quizá sea una problemática prioritaria a combatir.

Algunos de estos efectos pueden ser combatidos con el bisonte, sus hábitos alimenticios selectivos, aunados a su alta tasa de movilidad reducen la presión de pastoreo sobre los pastizales evitando con ello la erosión, mientras que la problemática que representan las plantas leñosas puede revertirse a través de este animal con los frotamientos de sus cuernos sobre las arbustivas, tal como se ha documentado en el Parque Nacional de Yellowstone por Painter y Ripple (2011).

#### **2.4. Métodos para determinar la composición de dieta en herbívoros**

Son diversas las metodologías aplicables para conocer la dieta de herbívoros, y muchas de ellas se han documentado por más de un autor, ejemplo de ello son: Holechek *et al.* (1982), Sosa *et al.* (1993), Molina (1994), Uvalle (2001), Armenta (2009), Olivas *et al.* (2014), Garnick *et al.* (2018) y Hernández *et al.* (2018). Partiendo de la información publicada por los autores antes mencionados, se describen de manera breve cada una de las metodologías.

#### 2.4.1. Encuesta a productores o gente del campo

De acuerdo con Sosa *et al.* (1993), esta metodología se realiza a través de encuestas a vaqueros, pastores, gestores de rancho y gente del campo en general que habitualmente convive con animales y tiene conocimiento de los alimentos más comunes de su rebaño. Este método excluye a ejemplares de vida silvestre, no es cuantitativo y es indirecto, su confiabilidad variará en función de la experiencia y conocimiento del encuestado.

#### 2.4.2. Observación en campo

De las más sencillas debido a los bajos requerimientos de equipo. Tiene dos opciones de estudio, preferencia libre en áreas acondicionadas o sobre el ecosistema al libre pastoreo. El primer caso consta de encerrar a los animales en pequeños agostaderos donde se alimentan de forrajes sembrados y se estima el grado de consumo o el tiempo de pastoreo para cada uno. El segundo puede resultar un poco más complicado, ya que se debe reconocer las especies consumidas y al igual que el anterior, puede estimarse a través de tomas de tiempo o bien por la cantidad bocados que da sobre cada planta (Sosa *et al.*, 1993).

#### 2.4.3. Contenido estomacal

Holechek *et al.* (1982), señalan a este método como casi exclusivo de fauna silvestre ya que requiere que el animal a estudiar sea sacrificado, por esta razón la literatura dicta que solo es recomendable para especies con poblaciones grandes, privando entonces su aplicación sobre especímenes con algún estado de riesgo (peligro de extinción). El material vegetal se extrae directamente del estómago o del tracto gastrointestinal. Una desventaja notoria de este método es que la muestra es representativa solo de la estación en que fue sacrificado el animal, a eso se suma la cantidad de animales a sacrificar, reduciendo así la posibilidad de encontrar una mayor diversidad en la dieta.

#### 2.4.4. Fistula ruminal y esofágica

Uvalle (2001) menciona que esta técnica en comparación con las anteriores es considerada como la más precisa y tal como su nombre lo indica requiere de animales fistulados, por lo que es mayormente utilizada en ganado, aunque hay excepciones con animales silvestres previamente domesticados. Es costosa debido al mantenimiento que se debe dar a los animales en estudio y al necesitar de un especialista que maneje a los ejemplares en cautiverio, además de ser un método invasivo. El número de animales requeridos según los autores del método, han sido variables, lo que se vuelve en otra limitación de esta técnica.

#### 2.4.5. Análisis de heces fecales

Probablemente la más utilizada a nivel nacional ya que la colecta de material es la más simple, el tamaño de la muestra puede ser tan grande como se desee (mayor cantidad de ejemplares evaluados), aplicable a cualquier escala de tiempo (estación, año, temporada, etc.) y no se requiere avistar o molestar a los animales en estudio (Hernández *et al.*, 2018). La exactitud de los resultados obtenidos, pérdida de algunos tejidos identificables por la digestibilidad de cada especie, y en menor medida la distinción de excretas entre animales similares y de distribución compartida, como el caso del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) y el Venado Bura (*Odocoileus hemionus*), son las desventajas particulares de esta técnica.

#### 2.4.6. Alcanos lineales (ceras cuticulares)

Esta técnica junto a las tres siguientes son las de más reciente creación y van a la alza en cuanto a uso se refiere. A través de N-Alcanos se puede estimar la dieta de herbívoros empleando diferencias de este hidrocarburo entre plantas y muestras fecales del animal. Utilizada preferentemente en ganado, ya que su dieta a comparación de individuos de vida libre suele ser más reducida. La principal problemática de utilizar esta metodología resulta de la variación de N-Alcanos



contenidos en cada planta, posiblemente en respuesta al cambio de condiciones ambientales de cada estación, sin olvidar que las cantidades en heces también varían entre sexos (Bugalho *et al.*, 2005).

#### 2.4.7. Espectroscopía infrarroja

Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano, NIRS por sus siglas en inglés (Near Infrared Reflectance Spectroscopy). A partir de la absorción de radiación electromagnética detectable por el espectro infrarrojo se puede conocer la estructura química de la muestra. Puede aplicarse sobre muestras fecales, fistulares y forrajes, y a diferencia de otros, la digestibilidad de cada planta no es una limitante. Resulta práctica para evaluar los cambios en la dieta en largos períodos de tiempo, pero difícilmente detalla los componentes de ella (especies). Dado que necesita calibraciones constantes resulta en un método costoso (Olivas *et al.*, 2014).

#### 2.4.8. Isótopos estables

Consta en utilizar isótopos radioactivos como el  $C^{13}$  para hacer distinción entre las plantas consumidas y  $N^{15}$  como medio informativo de la calidad nutricional de los forrajes consumidos (a pesar de ser los más comunes, se han utilizado otros). Al igual que la espectroscopía, resulta costosa y ofrece poca información a nivel de especie en la composición de la dieta. Aunque se ha empleado para ejemplares vivos, se ha dedicado principalmente en animales extintos (Garnick *et al.*, 2018).

#### 2.4.9. Códigos de barras de ácido desoxirribonucleico ADN

Junto a la técnica microhistológica, la secuenciación de ADN resulta en la mejor opción para el estudio de la composición de dietas (Garnick *et al.*, 2018). Este método implica secuenciar el ADN de las muestras para comparar la cadena con otras ya conocidas que corresponden a un taxón en particular. Una ventaja que la hace sobresalir entre las demás es que a través de ella se puede tener una lista completa del material vegetal consumido por un animal, además requiere menos

muestras para detectar “especies raras” en el consumo. Es importante mencionar que la degradación de las cadenas de ADN aumenta el sesgo del análisis. Al igual que otros métodos ya mencionados, el costo de la secuenciación es elevado.

## **2.5. La técnica microhistológica**

Esta técnica fue utilizada por primera vez en 1939 por Baumgartner y Martin como método cualitativo (Uvalle, 2001). De todas las mejoras recibidas, Peña y Habib (1980) consideran que el avance más destacado se dio en 1968 cuando Sparks y Malechek pudieron desarrollar la técnica de manera cuantitativa partiendo de investigaciones anteriores de Curtis y McIntosh (1950) y Fracker y Brischle (1944).

La técnica consiste en observar bajo un microscopio tejidos epidermicos de plantas y caracterizar cada especie por las estructuras particulares que la diferencian de otras, permitiendo que por comparación de estos tejidos se determine la composición botánica de la dieta en herbívoros a partir de muestras fecales, fistulares o estomacales (Hernández *et al.*, 2018). Para realizar el análisis microhistológico, será necesario elaborar dos tipos de laminillas, las temporales y las permanentes; las primeras podrán originarse de muestras de fistula esofágica o ruminal, contenido estomacal o heces fecales, mientras que las permanentes son aquellas que se crean a partir del material vegetal (plantas completas o partes de ella), a las cuales también se les denomina material de referencia. Ambos tipos de laminillas son montadas en portaobjetos y se leen bajo el microscopio como se mencionó antes. Peña y Habib (1980) recomiendan elaborar dos laminillas permanentes por especie.

Por las ventajas ya mencionadas y a pesar de las limitaciones que representa su uso, es hasta la fecha la más difundida y utilizada (Olivas *et al.*, 2014). En el estado de Coahuila se ha aplicado para diferentes especies, principalmente fauna silvestre.

Los ejemplares estudiados para determinar su dieta con la técnica microhistológica en dicha entidad, han sido el Berrendo (Miranda, 2000), Perrito llanero (Navarro, 2003), Borrego cimarrón, Borrego berberisco y Venado Cola Blanca (Gastelum, 2020), Venado Cola Blanca (Alejandro, 2020), Venado Bura (Garza, 2021), Borrego cimarrón (Valades, 2021), Borrego Berberisco (Rodríguez, 2020) y en el caso de ganado, solo se encontró para bovinos por Vázquez (1998) y (Frías, 1987) quién además estudio la competencia de estos animales con el perrito de las praderas.

En este trabajo de investigación fue empleada la técnica microhistológica descrita por Peña y Habib (1980) y es detallada en la metodología de este documento.

## 2.6. Dieta del bisonte americano

Se considera herbívoro a todo aquel animal que consume recursos vegetales, sin embargo, Holechek (1984) y Hofmann (1989) clasifican a este grupo en tres diferentes en función del tipo de alimento que prefieren en su dieta, los primeros son los consumidores de pastos y forraje, consumidores mixtos (se alimentan de cantidades similares de pastos, hierbas y arbustos) y los selectivos o ramoneadores. Para este trabajo se redefinieron los términos y se aplicaron a partir de esta sección (Tabla 4).

**Tabla 4.** Clasificación de los herbívoros en función de su alimento

<b>Tipos de herbívoros</b>		
<b>Holechek</b>	<b>Hofmann</b>	
Grazers	Consumidores de pastos y forrajes	<b>Consumidor del primer tipo</b>
Intermediate Feeders	C. intermedios	<b>Consumidor del segundo tipo</b>
Browsers	C. selectivos de concentrados	<b>Consumidor del tercer tipo</b>

Fuente: Holechek. Comparative contribution of grasses, forbs, and shrubs to the nutrition of range ungulates. 1984.

Hofmann. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. 1989

Gates *et al.* (2010) después de una revisión extensa de publicaciones sobre dieta de bisontes en diversos ecosistemas, los describen como consumidores de

gramíneas y ciperáceas durante todo el año, las hierbas junto a las plantas leñosas formaron parte de la dieta, aunque en una medida considerablemente menor, estos datos coinciden con Reynolds *et al.* (2003), quienes analizaron ocho estudios con la misma temática. En general este autor y compañía concluyen que los bisontes son animales consumidores de pastos y forrajes, y que se puede suponer el tipo de alimento consumido en función del ecosistema de residencia.

SEMARNAT (2018) menciona que las principales especies consumidas por el bisonte son pastos perennes como el pasto búfalo (*Buchloe dactyloides*), zacate navajita (*Bouteloua* spp.), zacatón arenoso (*Sporobolus cryptandrus*), popotillo (*Andropogon* spp.), pata de Gallo (*Chloris* sp.), agropiros (*Agropyron* spp.), bromos (*Bromus* spp.), zacate de junio (*Koeleria* sp.), pasto salado (*Distichlis* sp.), pastos anuales como avenilla (*Avena* spp.) y cola de ardilla (*Hordeum* sp.).

A pesar de ser considerados como consumidores del primer tipo, los bisontes poseen una flexibilidad alimenticia más amplia de lo imaginable, por ello, los componentes de su dieta dependerán en gran medida de la ubicación específica y la estación del año (Bergmann, 2016). Se ha demostrado que la dieta de los bisontes suele cambiar entre anualidades y estaciones, una de las hipótesis más apoyada respecto a este cambio es la del contenido nutricional que los diferentes alimentos consumidos proveen al animal (Bergmann *et al.*, 2015; Craine, 2021), reforzando la creencia de que el cambio en los recursos ingeridos es consecuencia de mantener un nivel constante de nutrientes (Hecker *et al.*, 2021a).

La dieta de este mamífero es un promotor de la segregación sexual en la especie, Post *et al.* (2001) demostraron que los machos a diferencia de las hembras consumen alimentos con altos contenidos de fibra, acto que refleja áreas de uso diferentes entre ambos sexos. Es probable que dicha diferencia se deba a los requerimientos nutricionales que las hembras presentan durante el parto y lactancia (Mooring *et al.*, 2005).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

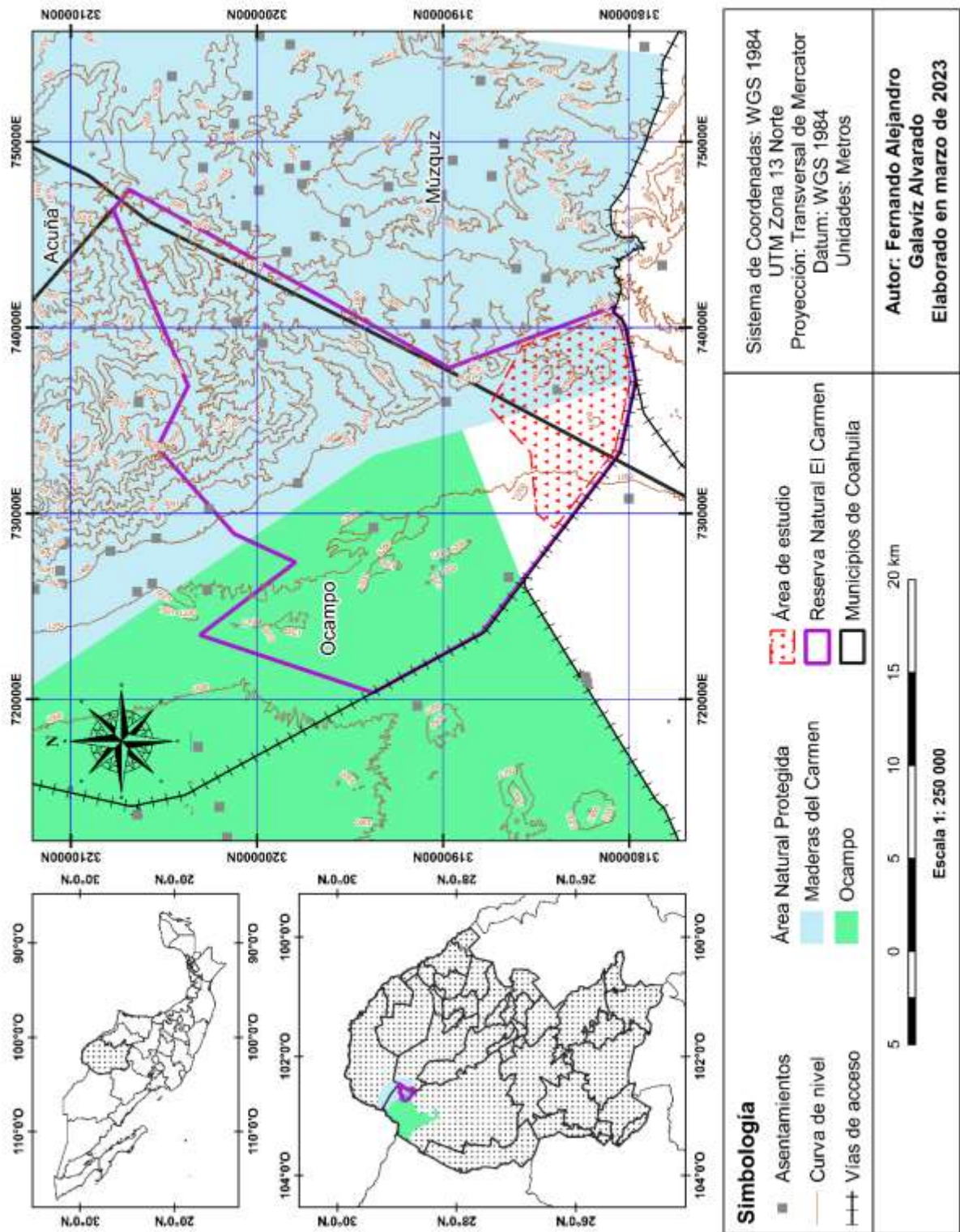
#### 3.1. Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en un predio propiedad de la multinacional mexicana CEMEX, predio destinado a la conservación con registro de UMA (Rancho Pilares), nombrada Reserva Natural El Carmen (RNC), ubicada al norte del estado de Coahuila de Zaragoza, en los municipios de Ocampo y Muzquiz. Parte de la RNC converge con dos áreas naturales protegidas, coincidiendo en su mayoría con el APFF Maderas del Carmen con poco más de 20'000 hectáreas de terreno, mientras que el APFF Ocampo comparte cerca de 14'000 ha de extensión con la UMA.

Situada entre los paralelos 28° 43.3' – 28° 58.4' de latitud Norte y los 102° 27.6' – 102° 44.5' de longitud Oeste, su extensión territorial asciende a 39'630.7831 ha, abarcando valles, lomas y serranías, con un perfil altitudinal que se encuentra entre los 1'000 – 2'700 msnm. Colinda con los ejidos N.C.P San Francisco al este, Los Lirios al sureste, Jaboncillos al noroeste y N.C.P.E. Venustiano Carranza al noreste.

El área propuesta o de estudio posee una extensión total de 4'800 ha, sin embargo, para la investigación solo se tomaron en cuenta aproximadamente 2'500 ha de zonas planas o zonas con pendientes bajas a moderadas, en las cuales el bisonte suele distribuirse, ya que las áreas más accidentadas normalmente son evitadas por el rebaño (Figura 2).



**Figura 2.** Plano de ubicación de la Reserva Natural El Carmen

### 3.1.2. Fisiografía

Dentro de los límites de la quinta provincia fisiográfica de México, Sierra Madre Oriental (V), en su subprovincia Sierras y Llanuras Coahuilenses, con un sistema de topofomas variado, siendo las más extensas las bajadas típicas, que cubren la mitad del predio; seguido de ellas se tiene a sierras complejas, llanuras aluviales y lomeríos con bajadas (INEGI, 2001).

### 3.1.3. Hidrología

La RNC se encuentra dentro de la Región Hidrológica 24, de nombre Bravo – Conchos, de las cuencas que componen a esta RH, tres son las que cubren terreno de la reserva, Río Bravo – Presa de la Amistad, Presa Falcón – Río Salado y Río Bravo - Ojinaga, siendo la última a la que pertenece el área de estudio. La subcuenca correspondiente es la RH24Hb Río Bravo – Arroyo Álamos (INEGI, 1981a).

Referente a los aspectos de hidrología subterránea o geohidrológicos, se aprecia en la carta que el terreno tiene cualidades de material no consolidado con posibilidades bajas para explotación de agua del subsuelo, en el capítulo sobre Geología se detalla la naturaleza de estos materiales (INEGI, 1981b).

INEGI (1981b) sitúa al predio dentro de una zona libre de veda, es decir, que en esta zona la explotación del agua no está legislada por decreto. Posee coeficientes de escurrimiento de 5 a 10% en su mayoría, solo pequeñas áreas tienen un coeficiente mayor (de 10 a 20%).

### 3.1.4. Climatología

Las estaciones meteorológicas más próximas a la RNC son la 05013 (Ejido San Miguel) y 05015 (Eutimias), ambas dentro del municipio de Ocampo, la primera reporta temperatura media de 21.2° C y precipitación media anual de 237.6 mm, la

segunda en cambio, muestra valores de 20.5° C de TM y 226.6 mm de PMA, es importante mencionar que esta última estación meteorológica ya no se encuentra en operación, pero las normales climatológicas reportadas datan de 1950 – 2010.

El mapa climático elaborado por la CONABIO (1998) basándose en la clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García, denota que el área estudiada tiene un clima seco (Grupo B) con tres variantes de este; las cuales se describen a continuación:

- BWh(x'). Muy árido, semicálido, temperatura media anual entre 18° y 22° C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22° C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.
- BSohw. Árido, semicálido, temperatura entre 18° C y 22° C, temperatura del mes más frío menor de 18° C, temperatura del mes más caliente mayor de 22° C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- BSokw. Árido, templado, temperatura media anual entre 12° C y 18° C, temperatura del mes más frío entre -3° C y 18° C. Lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5% y 10.2% del total anual.

### 3.1.5. Geología

De acuerdo con el programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen (SEMARNAT, 2013), el macizo orográfico de la sierra Maderas del Carmen se compone de materiales ígneos y sedimentarios, considerándose como un enclave geológico ya que no es común encontrar material de origen volcánico en un área donde las rocas sedimentarias son dominantes, esto permite que la mencionada sierra posea tipos de vegetación distintos a los presentes en zonas bajas del ANP.



Del Servicio Geológico Mexicano se obtuvieron las cartas geológico – mineras (con fecha de expedición Octubre de 2006) con que se describe este apartado, para ello se utilizaron las cuatro siguientes: H13D57 (Jaboncillos), H13D58 (Torrecillas), H13D67 (San Miguel) y H13D68 (Sierra La Encantada), en ellas podemos apreciar que el área estudiada se compone en su mayoría por suelos coluviales (86%) y aluviales (10.6%) materiales típicos en terrenos planos, con origen en el período Cuaternario de la Era Cenozoica, según la escala geológica.

El porcentaje restante de cobertura se divide en nueve materiales distintos originados del Mesozoico y que conforman las áreas escarpadas como serranías, lomas y bajadas. De origen sedimentario se tiene roca caliza, asociación de lutita – caliza y caliza – lutita; de origen ígneo: diorita (la menos abundante), ignimbrita, andesita (en la sierra Pilares) y toba andesítica, además de asociaciones de riolita – toba riolítica y pórfido riolítico – riolita.

Otra parte importante de la geología son los elementos estructurales, en el área podemos encontrar la falla La Encantada – Las Norias que corre de manera paralela a la Sierra El Carmen, un poco más al Oriente de esta, se sitúa la Anticlinal Morteros, en la zona conocida como “El palmito” se origina una Fractura que recibe el nombre de Lineamiento Boquillas, la cual se extiende en sentido Oeste – Este para culminar cerca de la popular “Cuesta de Malena”, de dicha fractura nacen las anticlinales La Victoria y la sinclinal La mina y aunque ya fuera de la RNC, hacia el sureste de la UMA se encuentra la falla Cuesta La Encantada.

#### 3.1.6. Edafología

Se reporta para la zona tres unidades edafológicas diferentes (INEGI, 2004), siendo dominante el Calcisol con más de 94% de ocupación, distribuido en las zonas planas y con ciertas limitaciones físicas (epilépticas y epipetrocálcica) y químicas (sódica e hiposódica). Este suelo es característico por su coloración clara, además de tener acumulaciones de carbonatos de calcio y/o una capa cementada de este mismo

compuesto químico ( $\text{CaCO}_3$ ) conocido como caliche, cuyo espesor suele ser mayor a los 10 cm y se presenta en el primer metro de profundidad (INEGI, 2009).

El resto de la superficie está ocupada por Leptosol (suelo localizado en fracciones de la Sierra El Carmen, con limitantes líticas a los 10 cm de profundidad) y Phaeozem, suelo típico de la Sierra Pilares.

### 3.1.7. Uso de Suelo y Vegetación

De acuerdo con la más reciente carta temática de este tópico generada por INEGI (2018), dentro de la RNC se pueden encontrar siete diferentes tipos de vegetación, bosque de encino, encino – pino y pino – encino (en ese orden de importancia por extensión), chaparral, pastizal natural, matorral desértico micrófilo y rosetófilo, siendo estos últimos cuatro los presentes en la zona objeto de estudio.

Se describen a continuación partiendo de los más extensos a los menos representativos:

#### Matorral Desértico Micrófilo

Vegetación típica del norte de México que recibe su nombre gracias al tamaño característico que poseen las hojas de sus arbustivas. Desarrollada generalmente sobre abanicos aluviales y terrenos con poco relieve. La cobertura del suelo de este matorral varía en función de la lluvia, en zonas donde la precipitación es inferior a 100 mm cubre solamente 3% de la superficie, en condiciones más benignas puede alcanzar el 20% de cobertura. La altura media del dosel fluctúa entre los 0.5 y 1.5 m, teniendo a *Larrea tridentata* (gobernadora) como su representante principal, dicha planta en asociación con *Ambrosia* o *Flourensia* puede constituir el 80 – 90% de la vegetación. Los cambios significativos en la composición vegetal del MDM se manifiestan en áreas con mayor humedad o constante flujo y/o concentración de agua (por lo general arroyos), donde podemos encontrar especímenes de los

géneros *Prosopis*, *Cercidium*, *Olneya*, *Condalia*, *Lycium*, *Opuntia*, *Fouquieria*, *Hymenoclea*, *Acacia*, *Chilopsis*, entre otros. El límite sureño reportado para este tipo de vegetación es el estado de Hidalgo (INEGI, 2017).

#### Matorral Desértico Rosetófilo

Al igual que el matorral anterior, recibe su nombre por la disposición tan peculiar que presentan las hojas (arrosetadas, en roseta) de las especies que lo componen. Las hojas pueden tener o no espinas (apicales o laterales) y generalmente carecen de tallo bien desarrollado. Crecen sobre suelos tipo xerosol u otros de origen sedimentario, que sean propios de zonas áridas de México. Normalmente se encuentra sobre laderas, lomeríos y serranías, donde el suelo es escaso y el afloramiento rocoso es superficial. En él crecen las especies forestales no maderables más aprovechadas como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Maguey (*Agave* spp.), Guapilla (*Hechtia* spp.), Sotol (*Dasyilirion* spp.), Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), Guayule (*Parthenium argentatum*), Palma/Izote (*Yucca* spp.), además es común tener presencia de diversas cactáceas (INEGI, 2017).

#### Pastizal Natural

Comunidad dominada por gramíneas, ocasionalmente acompañada por hierbas y arbustos de diferentes familias, como es el caso de las compuestas y las leguminosas, entre otras. Es una zona transicional de los matorrales secos y los bosques. Los suelos sobre los que se desarrolla son generalmente neutros (pH 6 – 8), migajones (clase textural) de color rojizo o café. Suelen ser ricos en materia orgánica y por tanto fértiles. Bajo disturbios se tornan susceptibles a erosión. La altura media varía de los 20 a 70 cm, aunque debido al pastoreo tiene un porte más bajo. Es normal observar los pastizales con una coloración amarillenta durante la mayoría del año, retomando el color verde únicamente en temporada lluviosa. Aunque rara vez, el pastizal puede alcanzar el 80% de cobertura territorial, pero la

condición normal no supera el 50%. Son dominante las plantas del género *Bouteloua*, siendo la especie más emblemática *Bouteloua gracilis* (INEGI, 2017).

## Chaparral

Comunidades densas de encinos de porte bajo, que conviven generalmente con especies arbustivas de géneros como *Arctostaphylos*, *Cercocarpus*, *Cotoneaster*, etc. Área de transición entre climas áridos y templados no áridos ( pinares, encinares). La comunidad tipo de esta vegetación se ubica en el estado norteño de Baja California, donde el clima es mediterráneo con lluvias invernales. Miranda y Hernández – X (1963) consideran como equivalente al matorral de encino el cual está formado por especies arbóreas que crecen en forma arbustiva, tal y como sucede con *Quercus magnoliaefolia* en la Sierra Madre de Guerrero, pero constituidos más generalmente por especies arbustivas entre las cuales destacan *Q. ceripes*, *Q. intricata* y *Q. microphylla*.

### 3.2. Análisis microhistológico

Conocer la dieta de herbívoros es un proceso largo, que de acuerdo con Vázquez (1998), puede dividirse en dos partes, labores de campo y de laboratorio, en esta última se llevó a cabo la determinación de la dieta del bison en la RNC, para lo cual fue empleada la técnica microhistológica de Peña y Habib descrita en 1980. A continuación se describe la metodología completa que se utilizó durante este trabajo y que considera a los autores descritos arriba.

#### 3.2.1. Trabajo de campo

##### 3.2.1.1. Período de adaptación del rebaño

Con una duración de entre 10 – 15 días, se realizan acercamientos al hato para que puedan adaptarse a la presencia de personal y a su cercanía, evitando así que durante las labores de colecta los animales se sientan amenazados, provocando un

ataque contra los colectores. Durante este período se dejará pastar con libertad al ganado. En este trabajo no fue necesario este paso ya que los animales avistan diariamente a trabajadores de la Reserva como parte de las labores de monitoreo.

#### 3.2.1.2. Colecta de muestras fecales

Esta actividad se realizó durante el mes de julio y agosto, colectando 50 muestras fecales por mes a representar, denominando a estas 50 como grupo fecal. En el caso de julio se colectó en dos ocasiones, una de ellas en los primeros días del mes, cuando se cree que comienza a tener efecto la temporada de verano que inicia a finales de junio (mes a representar) y la segunda colecta corresponde al hábito alimenticio de julio. Como total se obtuvieron 150 muestras. De cada excreta se tomó una pequeña submuestra de 10 gramos aproximadamente, la cual fue depositada en bolsas de papel etiquetadas con la fecha y el número de muestra correspondiente. Es importante aclarar que las muestras deben ser recientes, lo más frescas posibles, de esta manera, hemos de asegurar que las excretas colectadas corresponden al periodo de tiempo que se desea evaluar.

Una vez colectadas, las excretas deben ponerse a secar al aire libre sobre papel secante para evitar el desarrollo de hongos, al menos hasta que puedan trasladarse a laboratorio y se sometan al secado final.

#### 3.2.1.3. Colecta de material vegetal

Para conseguir el material de referencia se hicieron recorridos en el área de estudio, identificando y colectando muestras de todos los individuos encontrados, consiguiendo un inventario florístico del área de pastoreo habitual de los bisontes.

Las especies arbustivas fueron removidas con ayuda de tijeras de podar, colectando ramas, hojas, frutos y/o flores, las medidas del material vegetal no sobrepasaron los 40 cm de largo que posee la prensa botánica convencional. Se procuró colectar

solamente ramas poco lignificadas para facilitar las labores de molienda y decoloración. En el caso de herbáceas y gramíneas, se removieron individuos completos, incluida la raíz, ya que algunas especies del pastizal suelen diferenciarse por la presencia de bulbos, lo que demandó emplear piolet para su remoción completa del suelo.

Por especie se colectaron de 2 a 3 repeticiones, la cantidad varió en función de la densidad y el tamaño de hojas, además de, si se trataba de una especie conocida o no; individuos desconocidos y no identificables en campo requirieron las 3 repeticiones, destinando una de ellas para su identificación. Esta labor se concretó al llevar las muestras prensadas al Herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se identificaron por el Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla (Arbustivas y herbáceas) y el Dr. Jesús Valdés Reyna (Pastos).

### 3.2.2. Trabajo de laboratorio

#### 3.2.2.1. Preparación de las muestras

Mezclando entre sí las 50 excretas de cada mes, se obtuvieron muestras compuestas mensuales (grupo fecal). Los tres grupos se introdujeron en una estufa de secado, donde permanecieron 72 horas a temperatura constante de 60° Celsius.

Para el caso del material de referencia (plantas), las muestras vegetales se secaron por 48 horas a 75° Celsius. Es importante aclarar que algunas especies requirieron más tiempo del propuesto, tal es el caso del nopal (*Opuntia phaeacantha.*), gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*), los tres presentaron dificultad en la pérdida de agua, la gobernadora y el hojásén por tener hojas cubiertas con resinas y el nopal por estar constituido casi en su totalidad de agua. Una vez estufados (proceso de secado), ambos materiales, excretas y plantas, fueron molidas con ayuda de molino Wiley con malla 20 (1 mm).

Para la decoloración, se depositó una porción de material molido en un tubo de ensayo, seguido de hipoclorito de sodio (NaClO) hasta la mitad de su capacidad. Se agita por un minuto y después se vierte sobre un tamiz de malla 120 para lavar el material con abundante agua, retirando así el cloro. En algunos casos es necesario decolorar por segunda vez la muestra ya que los tejidos epidérmicos no logran apreciarse. Alternativas para la segunda decoloración son la Solución Hertwig o una exposición a NaOH (Hidróxido de Sodio) al 50% por 4 minutos.

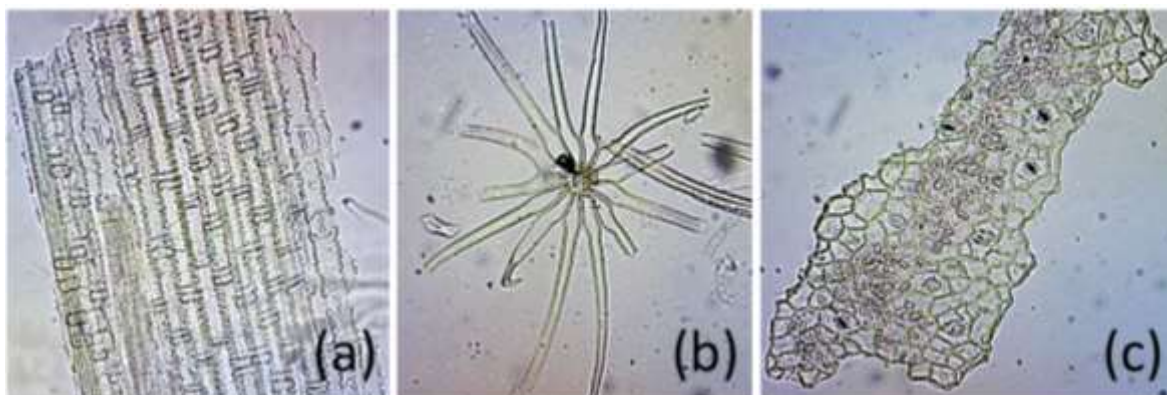
#### 3.2.2.2. Solución utilizada en la técnica

Hernández *et al.* (2018) mencionan que para este tipo de análisis es necesario el uso de la solución Hoyer, la cual se compone de agua destilada, glicerina, goma arábica foto purificada y cristales de hidrato cloral. Todos los elementos son mezclados en una licuadora y resguardados en un frasco de vidrio, donde deben permanecer 5 días antes de ser utilizadas. En este caso la solución fue remplazada por miel blanca comercial marca Karo, ya que ambas poseen una consistencia y color muy similar.

#### 3.2.2.3. Montaje de muestras

Sobre un portaobjeto de 76 x 26 mm se vierte miel con ayuda de una jeringa (sin aguja), encima de ella se deposita la muestra decolorada y se mezclan ambas con aguja de disección procurando esparcir la mezcla en la superficie aproximada del cubreobjetos, el cual para las muestras vegetales tiene dimensiones de 22 mm por lado, mientras que los usados para las excretas tienen medidas de 24 mm por 50 mm. Las laminas deberán mantenerse identificadas con ayuda de una etiqueta, de esta forma se podrá tener control de la información obtenida. Dicha lamina se montó sobre un microscopio Zeiss para ser examinada y se compararon los tejidos epidérmicos fecales con el material de referencia.

Entenderemos como material de referencia a toda aquella muestra vegetal de individuos que se encuentren en la zona donde son tomadas las muestras temporales. Todas y cada una de las plantas colectadas son caracterizadas histológicamente para crear un catalogo de referencia, el cual puede elaborarse a partir de fotografías tomadas con cámaras equipadas a microscopios o con dibujos de las estructuras histológicas como se hacia con anterioridad (Figura 3). En algunos casos puede emplearse algunos documentos con imágenes de estructuras histológicas, como es el caso de libros, artículo o archivos academicos, aunque solo si las muestras temporales son tomadas en áreas cercanas a las del sitio donde se colectaron las plantas contenidas en el documento, pues Peña y Habib (1980) señalan que las características epidérmicas de las especies son inconsistentes de una región a otra.



**Figura 3.** Estructuras histológicas de pasto (a), hierba (b) y arbusto (c).

#### 3.2.2.4. Lectura y cálculo de resultados

Para llevar a cabo el análisis microhistológico se repiten 100 campos por animal o muestra compuesta, como en este caso. Peña y Habib (1980), junto a Vázquez (1998) sugieren elaborar 5 laminillas por muestra, por lo tanto, se evalúan 20 campos por cada laminilla elaborada.



El termino de campo hace alusión al punto de observación que se tiene bajo el microscopio, asemejandose entonces a una unidad muestral dentro de una parcela, la cual sería representada por la laminilla. El campo debe leerse a 100 aumentos (10 del ocular por 10 del objetivo) y la distribución de ellos debe mantenerse al azar. En este caso, al contar con un microscopio que posee tornillos de avance se logró establecer un patrón de de desplazamiento en vertical y horizontal, volviendo las lecturas en un diseño de muestreo sistemático.

El analisis como ya se ha mencionado, consiste en identificar tejidos de las heces y compararlos con el catalogo de referencia para determinar la especie observada en el campo ocular. La observación es valida solo si en cada campo se observan de 1 a 3 fragmentos identificables (Johnson *et al.*, 1983).

Los resultados de las observaciones fueron registrados en el formato elaborado por Peña y Habib (1980), apuntado sobre él las especies encontradas y su frecuencia por laminilla. Con el dato de frecuencia especifica se obtuvo la densidad a partir de la tabla elaborada por Fracker y Brischle en 1944, adaptada por Peña y Habib (1980) para conocer los valores de densidad cuando se trabaja con 20, 40 o 100 campos de observación. Otra manera de obtener este valor es a través de la siguiente ecuación:

$$F = 1 - e^{-x}$$

Donde:

F= Es la frecuencia de aparición de las estructuras epidérmicas

e= Base del logaritmo natural

x= Equivale a la densidad media

Es importante tener en cuenta que los valores de densidad obtenidos a través de la frecuencia tendrán validez matemática cuando se cumplan dos requisitos (Curtis y McIntosh, 1950; citados por Vázquez, 1998):

1. Los fragmentos vegetales deben estar distribuidos aleatoria y uniformemente en la laminilla;
2. La densidad de partículas epidérmicas debe ser tal que la especie más abundante no se presente en más del 86% de los campos muestreados.

### 3.3. Análisis de la información

Para tener una mayor comprensión de la dieta de bisontes en la Reserva Natural El Carmen, fueron utilizados los siguientes índices.

#### 3.3.1. Índice de Kulczynski para estimar similitud

Con la finalidad de observar el parecido de la dieta entre los meses que componen la estación de verano, se utilizó el Índice de Similitud de Kulczynski, el cuál como su nombre indica, mide el grado de similitud entre dos observaciones expresando la semejanza en porcentaje.

$$IS = \frac{\sum_{i=1}^n 2w_i}{\sum_{i=1}^n (a + b)_i}$$

Donde:

$IS$  = Índice de Similitud

$w$  = Porcentaje menor de una planta cuando se comparan sus porcentajes de consumo en épocas diferentes.

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

### 3.3.2. Índice de Diversidad de Shannon – Weaver

Uno de los más utilizados para medir la biodiversidad, este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006). Aunque su uso más recurrente es en la evaluación de la diversidad vegetal de una comunidad, también ha sido empleada para medir la diversidad trófica de ejemplares animales (Peña y Habib, 1980).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) * (\ln p_i)$$

Donde:

H'= Índice de diversidad de Shannon – Weaver

p<sub>i</sub>= Proporción de muestras totales pertenecientes a *i* especies

Ln= Logaritmo natural

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos a partir del análisis microhistológico demuestran que el bisonte tiene una preferencia alta por gramíneas y herbáceas durante los tres meses de estudio, en ese tiempo dicha predilección permaneció, siendo Julio el mes en que se reporta mayor cantidad de consumo de arbustivas con un Porcentaje de Contribución a la Dieta (PCD) de 23.66%. Los valores promedio de PCD para herbáceas alcanzo 39.6, siendo superado ligeramente por los pastos con 43.1%.

Nuestros datos se asemejan considerablemente a los obtenidos por Leonard *et al.* (2017) en Manitoba, Cánada, con porcentajes medios de 44.3, 37.7 y 16.3% para pastos, hierbas y leñosas respectivamente. Es sobresaliente esta similitud debido a que se llevaron a cabo en el mismo período de tiempo (junio-agosto) pero en zonas con una diferencia latitudinal de 23° (RNC 28° N; Manitoba 51° N) y empleando dos metodologías muy contrastantes (Microhistología y Metabarcodificación de ADN).

La mayoría de investigaciones que estudian la dieta del bisonte de las planicies, reportan un consumo mayoritario de gramínoides (pastos, juncias y juncos) en ecosistemas de pradera (Peden, 1976; Van Vuren y Bray, 1983; Steuter *et al.*, 1995 y Coppedge *et al.*, 1998) y en zonas donde los pastizales compartían espacio con vegetación diversa como bosques, humedales, estepas y matorrales (Van Vuren, 1984; Kagima y Fairbanks, 2013 y Hecker *et al.*, 2021b). Dos casos destacables de bisontes consumidores de gramínoides son los del bisonte de bosque en el Noroeste de Cánada (Jung, 2015) y la población introducida en el Valle de Manych, Rusia (Kazmin *et al.*, 2016).

Estudios de dieta con el método de isotopos radiactivos manifiestan la predilección de los bisontes sobre pastos y similares, cuya aportación a la dieta es mayor a la mitad, durante el verano y gran parte del año los preferidos suelen ser los pastos C4 (Steuter *et al.*, 1995; Post *et al.*, 2001; Blackburn, 2018 y Blackburn *et al.*, 2020).

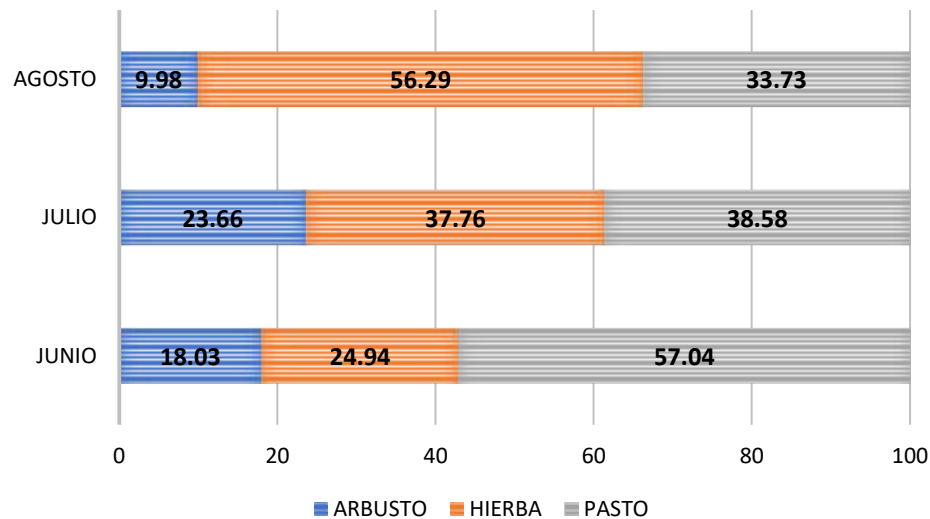
En más de un sitio y estación los bisontes han complementado su dieta con hierbas y arbustos, superando en ocasiones el 50% de contribución en la ingesta alimentaria, publicaciones recientes han demostrado que dichos recursos son más importantes de lo que se creía en la dieta de este mamífero norteamericano (Bergmann *et al.*, 2015; Craine *et al.*, 2015; Bergmann, 2016; Jorns *et al.*, 2020 y Craine, 2021). Solo se encontraron dos reportes en que las plantas leñosas fueron las más abundantes en la dieta, un caso en bison de bosque (Hecker *et al.*, 2021a) y otro en su homologo europeo (Churski *et al.*, 2021).

Derivado de las investigaciones hechas antes del 2000 con la técnica microhistológica, el bison era considerado un estricto consumidor del primer tipo (Peden *et al.*, 1974; Meagher, 1986), sin embargo los estudios recientes con ADN Metabarcodificación han demostrado que estos animales suelen complementar su dieta con cantidades considerables de hierbas y plantas leñosas (Bergmann *et al.*, 2015; Craine *et al.*, 2015; Bergmann, 2016; Blackburn, 2018) por tal motivo Leonard *et al.* (2017) ha situado al bison americano como un consumidor del segundo tipo o consumidor intermedio según la clasificación de los rumiantes descrita por Hofmann (1989). De acuerdo a resultados del presente estudio, tal parece que la población de El Carmen también podría situarse en esta clasificación.

Hasta la fecha existen controversias sobre las metodologías empleadas para la determinación de la dieta de herbívoros. En más de una ocasión se ha hecho hincapié que la técnica microhistológica sesga sus resultados hacia los gramíneos, los cuales por su baja digestibilidad suelen ser sobrerrepresentados en la dieta (Vavra y Holeček, 1980; Bartolome *et al.*, 1995). Por el contrario, la metabarcodificación del ADN sobreestima la abundancia de hierbas y arbustos,

sobretudo aquellos que poseen una alta densidad de cloroplastos (Bergmann *et al.*, 2015; Bergmann, 2016; Craine, 2021), como el caso de algunas leguminosas. Resulta interesante que los datos del presente estudio indiquen una importante contribución de parte de elementos herbáceos, si tomamos en cuenta lo antes explicado, podemos creer que las hierbas en la Reserva Natural El Carmen tienen una mayor disponibilidad que los pastos o que posiblemente su contenido nutricional sea mayor al de las gramíneas del lugar.

En la dieta de los bisontes de El Carmen, los pastos y hierbas alternaron su importancia de consumo entre meses, al inicio (junio) las gramíneas formaron la mayor parte de la dieta (57.04%), en julio los valores entre ambas formas de vida se mantuvieron cercanos y al cabo de agosto las hierbas predominaron con 56.29 de PCD (Figura 4).

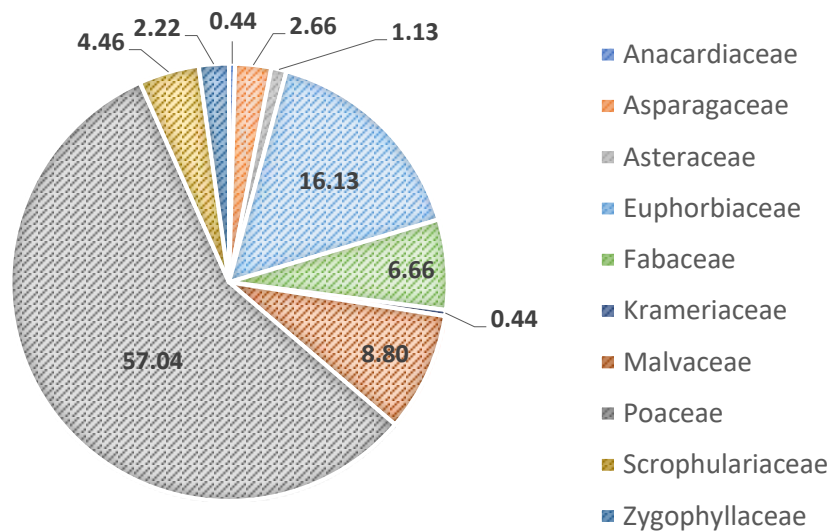


**Figura 4.** Porcentaje de Contribución a la Dieta por formas de vida

La familia más importante en la dieta del bisonte es Poaceae, con mayor auge durante junio con 57.04 de PCD, este valor se redujo durante julio y agosto, meses en que la familia Euphorbiaceae fue tomando mayor importancia en la dieta manteniéndose como una de las tres familias con mayor PCD, Malvaceae es la

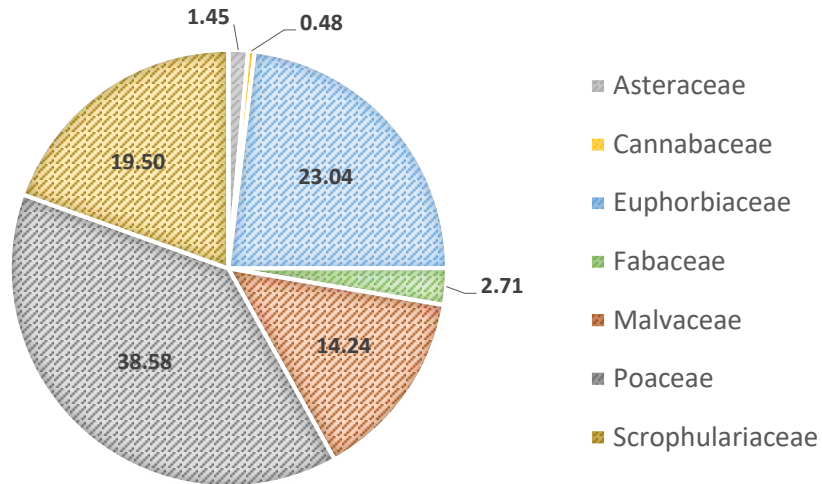
última de estas tres, alcanzando su mayor aportación durante agosto con 30.72% (Figura 5, 6 y 7).

Además de las tres ya mencionadas, las únicas familias que se mantuvieron en la dieta durante los tres meses fueron Fabaceae, Asteraceae y Scrophulariaceae, esta última destacó en PCD durante julio, reemplazando a la familia Malvaceae como la tercera más importante en la dieta. El mes con mayor riqueza en lo que a familias respecta es junio, con 10 diferentes y julio el de menor con siete (Figura 5, 6 y 7).

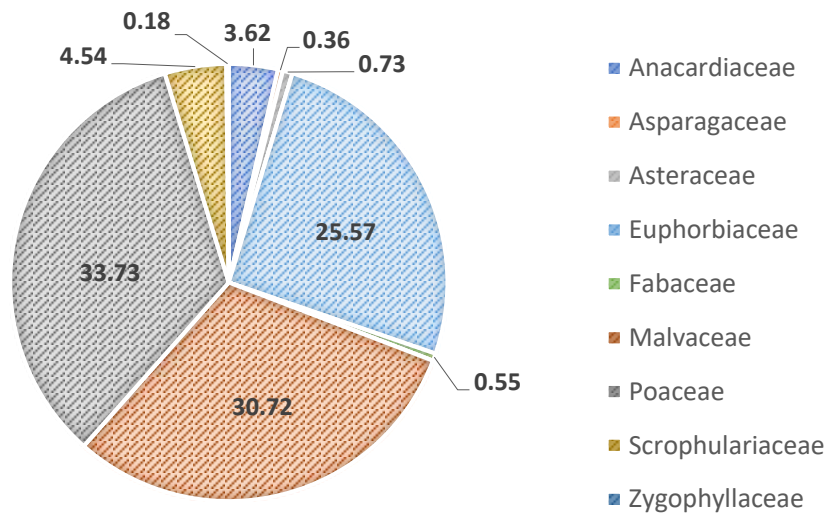


**Figura 5.** PCD por familias durante junio

Aunque en los resultados de este trabajo no se observa un aporte significativo de leguminosas, en la gran mayoría de excretas fueron encontradas cantidades considerables de semillas de vaina de mezquite. Armijo-Nájera *et al.* (2019) sugieren que, por su alto contenido de carbohidratos digeribles, las vainas de mezquite son una buena alternativa alimenticia para los rumiantes, lo que podría explicar el consumo de dicho fruto por los bisontes.



**Figura 6.** PCD por familias durante julio



**Figura 7.** PCD por familias durante agosto

A nivel especie destacaron *Setaria leucopila*, *Croton suaveolens* y *Muhlenbergia arenicola*, en ese orden de importancia, los cuales aportaron en conjunto 50.53% del contenido de la dieta durante el mes de junio. Para julio *Muhlenbergia dubia* y *Croton suaveolens* manifestaron el mismo valor de PCD con 23.04 y la tercer especie más importante en este período fue *Buddleja scordioides*.



**Tabla 5.** PCD a nivel especie para cada mes analizado

<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIES</b>	<b>% JUNIO</b>	<b>% JULIO</b>	<b>% AGOSTO</b>
Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	0.44	0.00	3.62
	<b>Subtotal</b>	<b>0.44</b>	<b>0.00</b>	<b>3.62</b>
Asparagaceae	<i>Dasyllirion leiophyllum</i>	0.44	0.00	0.00
	<i>Hesperaloe parviflora</i>	2.22	0.00	0.36
	<b>Subtotal</b>	<b>2.66</b>	<b>0.00</b>	<b>0.36</b>
Asteraceae	<i>Brickellia laciniata</i>	1.13	0.24	0.55
	<i>Flourensia cernua</i>	0.00	0.73	0.18
	<i>Xanthium strumarium</i>	0.00	0.48	0.00
	<b>Subtotal</b>	<b>1.13</b>	<b>1.45</b>	<b>0.73</b>
Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	0.00	0.48	0.00
	<b>Subtotal</b>	<b>0.00</b>	<b>0.48</b>	<b>0.00</b>
Euphorbiaceae	<i>Croton suaveolens</i>	16.13	23.04	25.57
	<b>Subtotal</b>	<b>16.13</b>	<b>23.04</b>	<b>25.57</b>
Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	2.22	0.00	0.00
	<i>Acacia greggii</i>	0.00	0.73	0.55
	<i>Acacia greggii</i> var. <i>wrightii</i>	2.22	0.00	0.00
	<i>Prosopis glandulosa</i>	2.22	1.99	0.00
	<b>Subtotal</b>	<b>6.66</b>	<b>2.71</b>	<b>0.55</b>
Krameriaceae	<i>Krameria ramosissima</i>	0.44	0.00	0.00
	<b>Subtotal</b>	<b>0.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	8.80	14.24	30.72
	<b>Subtotal</b>	<b>8.80</b>	<b>14.24</b>	<b>30.72</b>
Poaceae	<i>Aristida</i> sp.	1.83	1.73	0.92
	<i>Bouteloua ramosa</i>	1.36	0.73	1.11
	<i>Cottea pappophoroides</i>	1.36	0.97	0.00
	<i>Muhlenbergia arenicola</i>	14.80	1.22	0.73
	<i>Muhlenbergia dubia</i>	5.75	23.04	23.46
	<i>Muhlenbergia porteri</i>	5.75	2.77	2.91
	<i>Muhlenbergia</i> sp.	1.13	1.47	1.30
	<i>Pappophorum vaginatum</i>	5.46	0.73	0.18
	<i>Setaria leucopila</i>	19.60	5.92	3.12
	<b>Subtotal</b>	<b>57.04</b>	<b>38.58</b>	<b>33.73</b>
Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i>	3.57	19.02	4.00
	<b>Subtotal</b>	<b>3.57</b>	<b>19.02</b>	<b>4.00</b>
Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum minus</i>	0.89	0.48	0.55
	<b>Subtotal</b>	<b>0.89</b>	<b>0.48</b>	<b>0.55</b>
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	2.22	0.00	0.18
	<b>Subtotal</b>	<b>2.22</b>	<b>0.00</b>	<b>0.18</b>
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

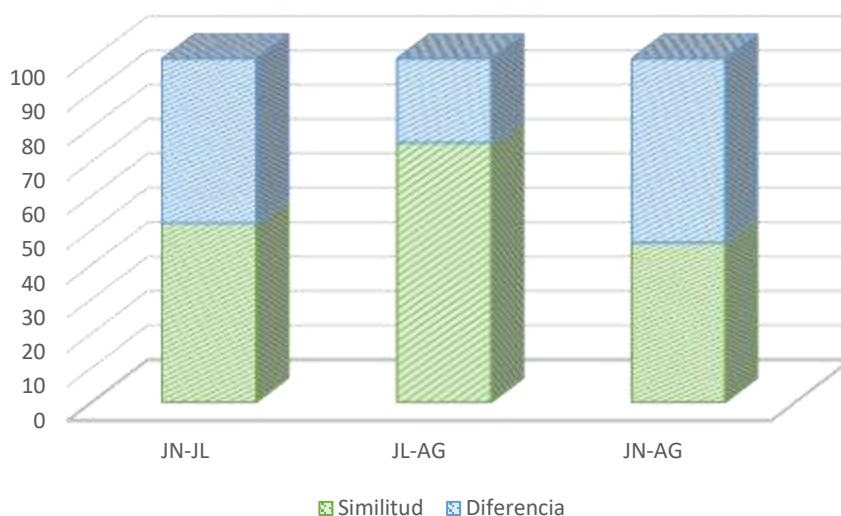
Durante agosto *Muhlenbergia dubia* y *Croton suaveolens* se mantuvieron como especies predilectas en la dieta del bisonte, siendo superadas en PCD solo por *Abutilon fruticosum*, las tres especies juntas representaron el 79.74% del alimento consumido por los bisontes, lo que nos indica una posible disminución en la disponibilidad de alimentos preferidos por dicho animal o un aumento en el contenido nutricional de dichas especies en este mes.

Aparte de las especies ya mencionadas en líneas anteriores, *Aristida* sp., *Bouteloua ramosa*, *Brickellia laciniata*, *Leucophyllum minus*, *Muhlenbergia* sp., *Muhlenbergia porteri* y *Pappophorum vaginatum* son las únicas especies que se mantuvieron en la dieta durante los tres meses analizados, aunque con porcentajes poco significativos (Tabla 5).

*Acacia berlandieri*, *Acacia greggii* var. *wrightii*, *Celtis pallida*, *Dasyllirion leiophyllum*, *Krameria ramosissima* y *Xanthium strumarium* fueron reportadas solo durante un mes y con porcentajes bajos esto puede indicar que son especies de consumo aleatorio.

Para el caso de México solo se encontró una publicación que documenta los hábitos alimenticios del bisonte americano, detallando a nivel especie. En el noreste del estado de Chihuahua, Vela (1985) estudió la dieta de este rumiante, la cual estuvo compuesta en su mayoría por gramíneas, con porcentajes que fluctuaron entre el 49.67 y 98.45, teniendo dos picos altos de consumo durante el verano de ambos años evaluados (94.01% y 94.15%). La contribución de herbáceas fue mínima, alcanzando su punto álgido durante primavera con 15.71%, al igual que las arbustivas con 22.19%, de este grupo funcional destaca el mezquite (*Prosopis juliflora*), el cual promedió 8.84 de PCD considerándosele como un recurso importante. Los zacates navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas perenne (*Aristida pansa*), burrero (*Scleropogon brevifolius*), banderilla (*Bouteloua curtipendula*), navajita negra (*B. eriopoda*) y lobo (*Lycurus phleoides*) fueron las seis especies más trascendentales en la dieta.

Los resultados del Índice de Similitud de Kulczynski demuestran que la evaluación entre los meses de junio-julio y junio-agosto son próximas al 50%, mientras que la relación entre julio-agosto es considerablemente más notoria, superando el 75% de similitud en la dieta (Figura 8).



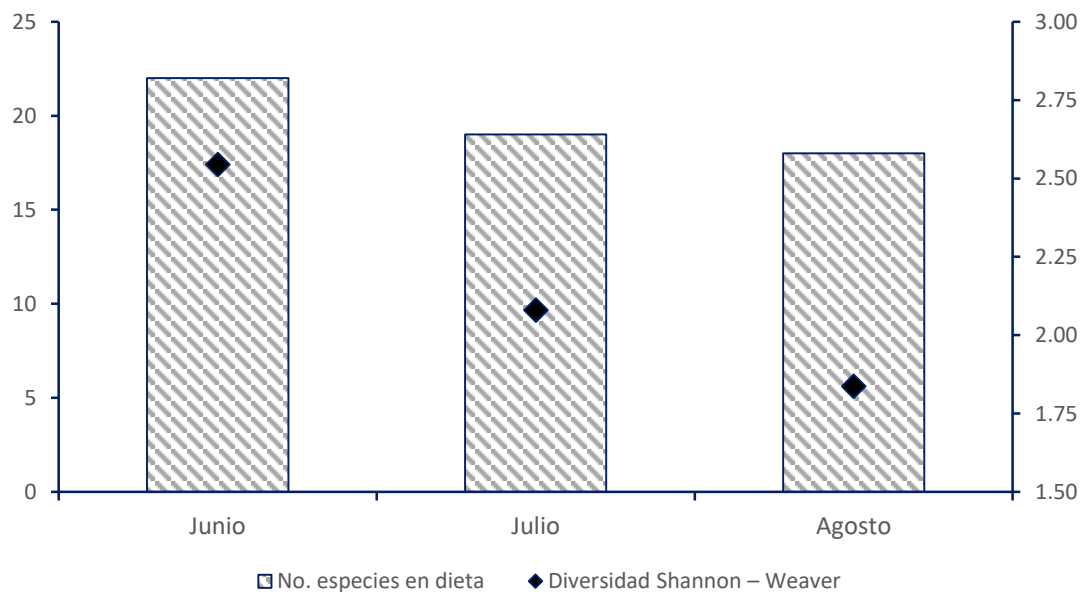
**Figura 8.** Grado de similitud entre dietas expresado en porcentaje

A pesar de que el Índice de Similitud de Kulczynski considera los PCD de todas las especies reportadas, en esta ocasión poca influencia tuvo el hecho de compartir un número importante de plantas entre ambas mensualidades, si analizamos los datos sobre PCD a nivel especie, podemos deducir que la semejanza entre dietas de julio-agosto sobresale de los otros dos casos por compartir a *Muhlenbergia dubia* y *Croton suaveolens*, pues como se mencionó en párrafos anteriores, son dos de las especies que mayor aportación específica tuvieron sobre la dieta, con valores cercanos al 50 de PCD en este par de meses.

El registro de Unidades de Manejo para la Conservación y el Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA) de Coahuila 2021-2022, publicado por la Secretaría del Medio Ambiente del estado (SEMA) enlista a otros ungulados que comparten espacio en la UMA “Rancho Pilares” con el bisonte (parte de la Reserva Natural El

Carmen), como el Berrendo (*Antilocapra americana*), Venado Bura del Desierto (*Odocoileus hemionus crooki*), Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus carminis*), y Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*). Considerando que en el Valle Colombia los berrendos ingieren herbáceas en cantidades importantes durante el verano (Miranda, 2000) y que Olivas-Sánchez *et al.* (2015) reportan una contribución dietaria de 53% por parte de hierbas y pastos durante la misma estación para el venado bura, podemos suponer que la competencia interespecífica por alimento entre estas dos especies y el bisonte tiene grandes probabilidades de ocurrir en verano, por lo que evaluar la dieta de estos especímenes dentro de la RNC sería importante para conocer el nivel de similitud de las dietas entre dichos animales y sus posibles efectos sobre los hábitos de unos sobre otros.

Respecto a la diversidad de la dieta de los bisontes de El Carmen, era de esperarse que el mes de junio tuviera el valor más alto (2.54), seguido de julio (2.08) y agosto (1.84), pues tal como se describió con anterioridad, el bisonte fue disminuyendo la predilección de consumo de especies en los tres meses evaluados (Figura 9).



**Figura 9.** Diversidad de la dieta de bisontes de El Carmen

Una mayor diversidad en la dieta puede contribuir a la satisfacción nutrimental del consumidor (Ramírez, 2004), además de proveer resistencia al organismo ante efectos adversos como la sequía (Fulbright y Ortega, 2007), bajo estas premisas se considera importante evaluar la diversidad trófica, tal como se menciona arriba, más especies consumidas y disponibles en el habitat representan una mayor cantidad de alternativas forrajeras para que el individuo satisfaga sus necesidades.

En este trabajo, la diversidad de la dieta medida a través del índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), en promedio es incluso menor a la obtenida por los bisontes de bosque en el Noroeste de Canadá, el mayor valor obtenido en este estudio (2.54) es el más cercano a los valores reportados para esta región, donde los machos en invierno temprano manifestaron un índice de 2.32, durante el invierno tardío 2.59 y las hembras en el mismo período 2.40 (Jung, 2015). Otros ungulados como el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), borrego berberisco (*Ammotragus lervia*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el estado de Coahuila han tenido dietas más diversas que la de la población de bisontes del Carmen, con índices ( $H'$ ) de 2.71 – 3.06, 2.74 – 3.05 y 2.83 – 3.05, respectivamente (Gastelum, 2020). De los animales típicos del pastizal, se encontró que la colonia de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) del rancho “Los Ángeles” obtuvo su mayor grado de diversidad durante el invierno con 1.28 (Navarro, 2003).

Por último, se muestran las especies encontradas durante los recorridos de campo del inventario florístico y la colecta de ejemplares para la elaboración del material de referencia de este trabajo. Producto de estas labores se reportan 64 especies diferentes agrupadas en 51 géneros y 23 familias, de las cuales 26 especies, 21 géneros y 11 familias, fueron registradas en la dieta (Tabla 6).

Estos datos se asemejan a los reportados por Velázquez-Rincón *et al.* (2023), quienes encontraron 70 especies, 61 géneros y 31 familias dentro de la RNC, y sobrepasan a los 28 taxones y 14 familias documentadas por Medina *et al.* (2015) en la misma área de estudio.

**Tabla 6.** Listado florístico del área de estudio

<b>No.</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Autor</b>	<b>Nombre Común</b>
1	Amaranthaceae	<i>Atriplex canescens</i>	(Pursh) Nutt	Costilla de vaca, Chamizo
2	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	Engelm. ex A. Gray	Lantrisco, Correosa
3	Asparagaceae	<i>Agave lechuguilla</i>	Torr.	Lechuguilla
4	Asparagaceae	<i>Dasyllirion leiophyllum</i>	Engelm. ex Trel.	Sotol
5	Asparagaceae	<i>Hesperaloe parviflora</i>	(Torr.) J.M. Coult.	Yucca colorada
6	Asparagaceae	<i>Yucca faxoniana</i>	Sarg.	Palma de San Pedro
7	Asparagaceae	<i>Yucca thompsoniana</i>	Trel.	Palmito
8	Asparagaceae	<i>Yucca treculeana</i>	Carrière	Palma pita
9	Asteraceae	<i>Ambrosia monogyra</i>	Torr. & A. Gray	Jejego
10	Asteraceae	<i>Bahia absinthifolia</i>	(A. Gray) A. Gray	Aceitilla amarilla
11	Asteraceae	<i>Brickellia laciniata</i>	A. Gray	Jarilla, Quebradora
12	Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	DC.	Hojasén
13	Asteraceae	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Tatalencho
14	Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	A. Gray	Guayule
15	Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	Kunth	Mariola
16	Asteraceae	<i>Viguiera stenoloba</i>	S.F. Blake	Escalerilla
17	Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	L.	Abrojo, Cadillo
18	Bignoniaceae	<i>Chilopsis linearis</i>	(Cav.) Sweet	Mimbres
19	Cactaceae	<i>Ariocarpus fissuratus</i>	(Engelm.) K. Schum.	Chaute
20	Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	(DC.) F.M. Knuth	Tasajillo
21	Cactaceae	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Engelm.	Alicoche real
22	Cactaceae	<i>Echinocereus dasyacanthus</i>	Engelm.	Alicoche arcoiris

<b>No.</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Autor</b>	<b>Nombre Común</b>
23	Cactaceae	<i>Echinocereus stramineus</i>	(Engelm.) F. Seitz	Alicoche San Juanero
24	Cactaceae	<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	(Muehlenpf.) Britton & Rose	Biznaga barril costillona
25	Cactaceae	<i>Mammillaria heyderi</i>	Muehlenpf.	Biznaga china
26	Cactaceae	<i>Opuntia phaeacantha</i>	Engelm.	Nopal de Chihuahua, N. morado
27	Cannabaceae	<i>Celtis laevigata</i>	Willd.	Palo blanco
28	Cannabaceae	<i>Celtis pallida</i>	Torr.	Grangeno
29	Ebenaceae	<i>Diospyros texana</i>	Scheele	Chapote negro
30	Ehretiaceae	<i>Tiquilia greggii</i>	(Torr. & A. Gray) A.T. Richardson	Hierba del cenizo
31	Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i>	Engelm. ex S. Watson	Popotillo, Canutillo
32	Euphorbiaceae	<i>Bernardia myricifolia</i>	(Scheele) S. Watson	Oreja de ratón
33	Euphorbiaceae	<i>Croton suaveolens</i>	Torr.	Encinillo
34	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Zucc.	Candelilla
35	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i>	Aiton	Hierba de la Golondrina
36	Euphorbiaceae	<i>Jatropha dioica</i>	Sessé ex Cerv.	Sangre de Drago
37	Fabaceae	<i>Acacia berlandieri</i>	Benth.	Guajillo
38	Fabaceae	<i>Acacia constricta</i>	Benth.	Largoncillo, Chaparro prieto
39	Fabaceae	<i>Acacia greggii</i>	A. Gray	Tesota
40	Fabaceae	<i>Acacia greggii var. wrightii</i>	(Benth.) Isely	Uña de gato
41	Fabaceae	<i>Leucaena retusa</i>	Benth.	
42	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Torr.	Mezquite dulce
43	Fagaceae	<i>Quercus laceyi</i>	Small	Encino Azul
44	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Engelm.	Albarda, Ocotillo
45	Juglandaceae	<i>Juglans microcarpa</i>	Berland.	Nogalillo

<b>No.</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Autor</b>	<b>Nombre Común</b>
46	Koeberliniaceae	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Zucc.	Junco
47	Krameriaceae	<i>Krameria ramosissima</i>	(A. Gray) S. Watson	Calderona
48	Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Guill. & Perr.	Pelotazo
49	Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Torr.	Panalero
50	Poaceae	<i>Aristida</i> sp.	Vasey	Zacate tres barbas
51	Poaceae	<i>Bouteloua ramosa</i>	Scribn. ex Vasey	Zacate navajita china
52	Poaceae	<i>Cottea pappophoroides</i>	Kunth	Cotea
53	Poaceae	<i>Muhlenbergia arenicola</i>	Buckley	Zacate arenero
54	Poaceae	<i>Muhlenbergia dubia</i>	E. Fourn.	Liendrilla del pinar
55	Poaceae	<i>Muhlenbergia porteri</i>	Scribn. ex Beal	Zacate telaraña
56	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i> sp.	Schreb.	
57	Poaceae	<i>Pappophorum vaginatum</i>	Buckley	Zacate pincelillo blanco
58	Poaceae	<i>Setaria leucopila</i>	(Scribn. & Merr.) K. Schum.	Zacate tempranero
59	Rhamnaceae	<i>Condalia spathulata</i>	A. Gray	Corona de Cristo, Abrojo
60	Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	(Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray	Junco
61	Scrophulariaceae	<i>Buddleja scordioides</i>	Kunth	Suelda
62	Scrophulariaceae	<i>Leucophyllum minus</i>	A. Gray	Cenizo
63	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum angustifolium</i>	Engelm.	Guayacán
64	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	(DC.) Coville	Gobernadora



## 5. CONCLUSIONES

El análisis microhistológico demuestra una dieta pobre en especies, lo que podría reflejar una disponibilidad de alimentos limitada para el rebaño dentro del área de reintroducción. Además, en nuestro listado florístico, de 64 especies diferentes solo se encuentran contenidas 9 de gramíneas. Tanto los resultados de la dieta, como del listado nos pueden indicar una condición del pastizal deteriorada, o posiblemente una pérdida de cobertura de este ecosistema.

Se logró identificar a las siguientes seis especies como las más consumidas por el grupo de bisontes de la Reserva Natural El Carmen durante el verano de 2022: *Muhlenbergia dubia*, *Setaria leucopila*, *Muhlenbergia arenicola* (gramíneas), *Croton suaveolens*, *Abutilon fruticosum* y *Buddleja scordioides* (herbáceas).

Analizando los datos obtenidos, se rechaza la hipótesis nula, ya que los bisontes de la RNC tienen predilección por las hierbas, además de tener una contribución a la dieta más alta de lo esperado por parte de los arbustos, por ello se puede considerar a los bisontes de esta población como consumidores del segundo tipo o intermedios, al menos durante el verano.

Se recomienda a la Reserva Natural El Carmen, realizar una evaluación de la composición de la dieta por los menos de dos años, de esta manera se podrán observar los cambios estacionales y anuales de la propia dieta, además de analizar las muestras fecales por separado (hembras y machos) pues como la literatura lo ha reportado, existen diferencias en los hábitos alimenticios entre sexos. También, se considera importante evaluar la disponibilidad de los elementos forrajeros consumidos por los bisontes de El Carmen, contemplando medir al menos el estrato bajo (hierbas y pastos) y analizar cada uno para conocer su contenido nutricional.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alejandro Rubio, A. R. (2020). Caracterización del hábitat y diversidad de la dieta alimentaria del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 139 p.
- Arita, H. T., y Ceballos, G. (1997). Los mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 33-71.
- Armenta Quintana, J. (2009). Composición botánica y química de la dieta de caprinos en un matorral sarcocauléscente en Baja California Sur, México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. 112 p.
- Armijo-Nájera, M. G., Moreno-Reséndez, A., Blanco-Contreras, E., Borroel-García, V. J., y Reyes-Carrillo, J. L. (2019). Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 113-122.
- Bartolome, J., Franch, J., Gutman, M., y Seligman, N. (1995). Technical note: Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *Journal of Range Management*, 48(3), 267-270.
- Baumgartner, L., y Martin, A. (1939). Plant histology as an aid in squirrel food-habits studies. *Journal of Wildlife Management*, 3, 266-268.
- Bergmann, G. T. (2016). Diet, gut microbiota, and management of American Bison (*Bison bison*) in conservation and commercial herds of the great plains. D. P. Thesis. University of Colorado. Colorado, USA. 160 p.
- Bergmann, G. T., Craine, J. M., Robeson, M. S., y Fierer, N. (2015). Seasonal shifts in diet and gut microbiota of the American Bison (*Bison bison*). *PLoS ONE*, 10(11).
- Blackburn, R. C. (2018). Diet and vegetation impacts of a reintroduced bison herd. M. S. Thesis. Northern Illinois University. Dekalb, Illinois. 59 p.

- Blackburn, R. C., Barber, N. A., y Jones, H. P. (2020). Reintroduced bison diet changes throughout the season in restored prairie. *Restoration Ecology*.
- Bugalho, M. N., Milne, J. A., Mayes, R. W., y Rego, F. C. (2005). Plant-wax alkanes as seasonal markers of red deer dietary components. *Canadian Journal of Zoology*, 83, 465-473.
- Churski, M., Spitzer, R., Coissac, E., Taberlet, P., Lescinskaite, J., van Ginkel, H., Kuijper, D., y Cromsigt, J. (2021). How do forest management and wolf space-use affect diet composition of the wolf's main prey, the red deer versus a non-prey species, the European bison? *Forest Ecology and Management*, 118620.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1998). Climas (clasificación de Koppen, modificado por García). Conjunto de datos vectoriales (formato shapefile) Escala 1: 1 000 000.
- Coppedge, B. R., Leslie, D. M., y Shaw, J. H. (1998). Botanical composition of bison diets on tallgrass prairie in Oklahoma. *Journal Range of Management*, 51(4), 379-382.
- Craine, J. M. (2021). Seasonal patterns of bison diet across climate gradients in North America. *Scientific reports*, 11, 6829.
- Craine, J. M., Towne, E., Miller, M., y Fierer, N. (2015). Climatic warming and the future of bison as grazers. *Scientific reports*, 5, 16738.
- Curtis, J., y McIntosh, R. (1950). The interrelations of certain analytic synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31, 434-455.
- Day, T., y Detling, J. (1990). Changes in grass leaf water relations following bison urine deposition. *The American Midland Naturalist.*, 123(1), 171-178.
- Elson, A., y Hartnett, D. (2017). Bison increase the growth and reproduction of forbs in tallgrass prairie. *The American Midland Naturalist*, 178(2), 245-259.

- Eyheralde, P. G. (2015). Bison-mediated seed dispersal in a tallgrass prairie reconstruction. D. P. Thesis. Iowa State University. Ames, Iowa. 154 p.
- Fracker, S., y Brischle, J. (1944). Measuring the local distribution of ribes. *Ecology*, 25, 295-298.
- Frías Hernández, J. T. (1987). Consistencia y similitud de las dietas de bovino y perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam) en un pastizal mediano abierto. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 116 p.
- Fulbright, T., y Ortega S., J. (2007). *Ecología y Manejo del Venado Cola Blanca*. Texas A&M University Press. Texas, USA. 265 p.
- Garnick, S., Barboza, P., y Walker, J. (2018). Assesment of animal-based methods used for estimating and monitoring rangeland herbivore diet composition. *Rangeland Ecology & Management*, 71(4), 449-457.
- Garza Marroquín, L. Y. (2021). Caracterización del hábitat y diversidad de la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus eremicus* Rafinesque) en un matorral desértico rosetófilo en Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 65 p.
- Gastelum Mendoza, F. I. (2020). Ecología trófica y evaluación del hábitat de *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus* en Coahuila, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 124 p.
- Gates, C., Freese, C., Gogan, P., y Kotzman, M. (2010). American Bison: Status Survey and Conservations Guidelines 2010. Gland, Switzerland: IUCN. 134 p.
- González, M., y Fierro, L. (1985). Estado actual de los pastizales y posibles soluciones para la ganadería del norte de México. En S. d. Ecología, *Manejo y transformación de pastizales*. Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología. Saltillo, Coahuila. 31-43 pp.

- Hecker, L. J., Edwards, M. A., y Scott, N. E. (2021a). Assessing the nutritional consequences of switching foraging behavior in wood bison. *Ecology and Evolution*, 11, 16165-16176.
- Hecker, L. J., Coogan, S. C., Nielsen, S. E., y Edwards, M. A. (2021b). Latitudinal and seasonal plasticity in American bison *Bison bison* diets. *Mammal Review*, 51, 193-206.
- Hernández López, A., Pinto Ruíz, R., Guevara Hernández, F., Medina Jonapá, F. J., Gómez Castro, H., Ortega Reyes, L., y Hernández Sánchez, D. (2018). *La microhistología y su aplicación en la agroforestería pecuaria*. Fontamara. Primera ed. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 107 p.
- Hillenbrand, M., Thompson, R., Wang, F., Apfelbaum, S., y Teague, R. (2019). Impacts of holistic planned grazing with bison compared to continuous grazing with cattle in South Dakota shortgrass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 279, 156-168.
- Hofmann, R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: and diversification of ruminants. *Oecologia*, 78, 443-457.
- Holechek, J., Vavra, M., y Pieper, R. (1982). Botanical composition of determination of range herbivore diets: A review. *Journal of Range Management*, 35(3), 309-315.
- Holechek, J. L. (1984). Comparative Contribution of Grasses, Forbs, and Shrubs to the Nutrition of Range Ungulates. *Rangeland*. 6(6). 261-263.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981a). Carta Hidrológica de Aguas Superficiales H13-12 (San Miguel). Serie I. Conjunto de datos vectoriales (formato shapefile). Escala 1: 250 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1981a). Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas H13-12 (San Miguel). Serie I. Conjunto de datos vectoriales (formato shapefile). Escala 1: 250 000.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2004). Carta Edafológica H13-12 (San Miguel). Serie II. Conjunto de datos vectoriales (formato shapefile). Escala 1: 250 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Continuo Nacional; Provincias fisiográficas, Subprovincias fisiográficas, Sistema de topofomas. Serie I. Conjunto de datos vectoriales fisiográficos (formato Shapefile). Escala 1: 1 000 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). *Diccionario de datos edafológicos, escala 1: 250 000, serie II*. INEGI. Aguascalientes, Aguascalientes. 35 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Guía para la interpretación de la cartografía. Uso de Suelo y Vegetación. Serie VI*. INEGI. Aguascalientes, Aguascalientes. 204 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). Carta Uso de Suelo y Vegetación H13-12 (San Miguel). Serie V. Conjunto de datos vectoriales (formato shapefile). Escala 1: 250 000.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). *Aspectos geográficos. Coahuila de Zaragoza*. INEGI. Aguascalientes, Aguascalientes. 47 p.
- Integrated Taxonomic Information System. (2022). *Bison bison* - Report.
- Johnson, M., Wofford, H., y Pearson, H. (1983). *Microhistological techniques for food habits analyses*. United States Department of Agriculture. New Orleans, Louisiana. 40 p.
- Jorns, T., Craine, J., Towne, E. G., y Knox, M. (2020). Climate structures bison dietary quality and composition at the continental scale. *Environmental DNA*, 2, 77-90.
- Jung, T. S. (2015). Winter diets of reintroduced bison (*Bison bison*) in Northwestern Canada. *Mammal Research*, 60, 385-391.

- Jurado-Guerra, P., Velázquez-Martínez, M., Sánchez-Gutierrez, R., Álvarez-Holguín, A., Domínguez-Martínez, P. A., Gutierrez-Luna, R., Garza-Cedillo, R. D., Luna-Luna, M., y Chávez-Ruíz, M. G. (2021). Los pastizales y matorrales de zonas áridas y semiáridas de México: Estatus actual, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 261-285.
- Kagima, B., y Fairbanks, W. (2013). Habitat selection and diet composition of reintroduced native ungulates in a fire-managed tallgrass prairie reconstruction. *Ecological Restoration*, 31(1), 79-88.
- Kazmin, V. D., Abaturov, B. D., Demina, O. N., y Kolesnikov, M. P. (2016). Fodder Resources and Feeding of Semifree Bison (*B. bison*) on a Steppe Pasture in the Western Manych Valley. *Biology Bulletin*, 43(8), 926-935.
- Knapp, A., Blair, J., Briggs, J., Collins, S., Hartnett, D., Johnson, L., y Towne, E. (1999). The Keystone role of bison in North American tallgrass prairie. *BioScience*, 49(1), 39-50.
- Kohl, M., Krausman, P. R., Kunkel, K., y Williams, D. (2013). Bison versus cattle: Are they ecologically synonymous? *Rangeland Ecology & Management*, 66(6), 721-731.
- Krech III, S. (2001). The Ecological Indian: Myth and History. *Human Ecology Review*, 8(1), 72-78.
- Leonard, J. L., Perkins, L. B., Lammers, D. J., y Jenks, J. A. (2017). Are Bison Intermediate Feeders? Unveiling Summer Diet Selection at the Northern Fringe of Historical Distribution. *Rangeland Ecology & Management*, 70(4), 405-410.
- List, R., Ceballos, G., Curtin, C., JP Gogan, P., Pacheco, J., y Truett, J. (2007). Historic Distribution and Challenges to Bison Recovery in the Northern Chihuahuan Desert. *Conservation Biology*, 8.
- McMillan, N. A., Kunkel, K. E., Hagan, D. L., y Jachowski, D. S. (2019). Plant community responses to bison reintroduction on the Northern Great Plains,

United States: a test of the keystone species concept. *Restoration Ecology*, 27(2), 379-388.

Meagher, M. (1986). Bison bison. *Mammalian Species*, (266), 1-8.

Medina Guillen, R., Cantú Silva, I., Estrada Castellón, E., González Rodríguez, H., y Delgadillo Villalobos, J. A. (2015). Cambios en la vegetación del matorral desértico micrófilo en un área bajo manejo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(32), 37-48.

Miranda Almazán, E. P. (2000). Monitoreo de una población de berrendo (*Antilocapra americana mexicana*) reintroducida al noroeste de Coahuila, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 104 p.

Miranda, F., & Hernández Xolocotzi, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad biológica de México*, 28, 29-179.

Molina Guerra, V. (1994). Composición botánica de la dieta del ganado bovino y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*), en dos predios con diferente manejo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 100 p.

Mooring, M., Reisig, D., Osborne, E., Kanallakan, A., Hall, B., Schaad, E., Wiseman, D. y Huber, R. (2005). Sexual segregation in bison: a test of multiple hypotheses. *Behaviour*, 147, 897-927.

Moran, M. (2014). Bison grazing increases arthropod abundance and diversity in a tallgrass prairie. *Environmental Entomology*, 43(5), 1174-1184.

Navarro Aguirre, G. F. (2003). Determinación de la dieta estacional del perrito llanero (*Cynomys mexicanus* Merriam) en el Altiplano mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 79 p.



- Nickell, Z., Varriano, S., Plemmons, E., y Moran, M. D. (2018). Ecosystem engineering by bison (*Bison bison*) wallowing increases arthropod community heterogeneity in space and time. *Ecosphere*, 9(9), 1-13.
- Olivas, S., Vital, G., y Flores, M. (2014). Métodos para determinar la composición de la dieta en Venados: Comparación de su efectividad y factibilidad. *Revista Bio Ciencias*, 2(4), 252-260.
- Olivas-Sánchez, M., Vital-García, C., Flores-Márquez, J., Quíñonez-Martínez, M., y Clemente-Sánchez, F. (2015). Cambios estacionales en la dieta del Venado Bura (*Odocoileus hemionus crooki*) en matorral desértico chihuahuense. *AGRO Productividad*, 59-64.
- Painter, L., y Ripple, W. (2011). Effects of bison on willow and cottonwood in northern Yellowstone National Park. *Forest Ecology and Management*, 264, 150-158.
- Peden, D. (1976). Botanical Composition of Bison Diets on Shortgrass Plains. *The American Midland Naturalist*, 96(1), 225-229.
- Peden, D., Van Dyne, G., Rice, R., y Hansen, R. (1974). The trophic ecology of *Bison bison* L. on shortgrass plains. *Journal of Applied Ecology*, 11(2), 489-497.
- Peña Neira, J. M., y Habib de Peña, R. (1980). La técnica microhistológica. Un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Serie técnico-científica*, 1(6). Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias - SARH. 82 p.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Polley, W., y Collins, S. (1984). Relationship of vegetation and environment in Buffalo Wallows. *The American Midland Naturalist*, 112(1), 178-186.
- Post, D. M., Armbrust, T. S., Horne, E. A., & Goheen, J. R. (2001). Sexual segregation results in differences in content and quality of bison (*Bos bison*) diets. *Journal of Mammalogy*, 82(2), 407-413.

- Ramírez Lozano, 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.
- Ranglack, D. H., y du Toit, J. T. (2015). Wild bison as ecological indicators of the effectiveness of management practices to increase forage quality on open rangeland. *Ecological indicators*, 56, 145-151.
- Ranglack, D., y du Toit, J. (2016). Bison with benefits: towards integrating wildlife and ranching sectors on a public rangeland in the western USA. *Oryx*, 50(3), 549-554.
- Ranglack, D., Durham, S., y du Toit, J. (2015). Competition on the range: science vs. perception in a bison-cattle conflict in the western USA. *Journal of Applied Ecology*, 52, 467-474.
- Reynolds, H., Gates, C. C., y Glaholt, R. (2003). Bison. En G. Feldhamer, B. Thompson, y J. Chapman, *Wild Mammals of North America: Biology, Management*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 1009-1060 pp.
- Rodríguez García, A. (2020). Caracterización del hábitat y diversidad de la dieta del borrego berberisco (*Ammotragus lervia*) en Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 144 p.
- Rojas Hernández, L. (2015). *Reseña: El Bisonte de América. Historia, polémica y leyenda*. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*. 49, 77-95.
- Sanderson, E., Redford, K., Weber, B., Aune, K., Baldes, D., Berger, J., Carter, D., Curtin, C., Derr, J., Dobrott, S., Fearn, E., Flenner, C., Forrest, S., Gerlach, C., Gates, C., Gross, J., Gogan, P., Grassel, S., Hilty, J., Jensen, M., Kunkel, K., Lammers, D., List, R., Minkowski, K., Olson, T., Pague, C., Robertson, P. y Stephenson, B. (2008). The ecological future of the North American Bison: Conceiving Long-term, Large-scale conservation of wildlife. *Conservation Biology*, 22(2), 252-266.

- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (1979). *Coahuila*. Saltillo, Coahuila: SARH - COTECOCA.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). *Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen*. SEMARNAT-CONANP. Primera ed. México. 151 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2015*. SEMARNAT. Ciudad de México, México. 470 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Programa de Acción para la Conservación de la Especie Bisonte (Bison bison)*. SEMARNAT-CONANP. México. 75 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, edición 2018*. SEMARNAT. Ciudad de México, México. 487 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Forestal. (2014). *Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Coahuila 2013*. SEMARNAT. Primera ed. México. 134 p.
- Servicio Geológico Mexicano. (2006). Carta Geológico-Minera H13-D57 (Jaboncillos). Primera ed. Escala 1: 50 000.
- Servicio Geológico Mexicano. (2006). Carta Geológico-Minera H13-D58 (Torrecillas). Primera ed. Escala 1: 50 000.
- Servicio Geológico Mexicano. (2006). Carta Geológico-Minera H13-D67 (San Miguel). Primera ed. Escala 1: 50 000.
- Servicio Geológico Mexicano. (2006). Carta Geológico-Minera H13-D68 (Sierra La Encantada). Primera ed. Escala 1: 50 000.
- Sosa Rubio, E. E., Vázquez Rodríguez, M., Pérez Romero, L., y Vázquez Aldape, R. (1993). Características histológicas de arbustivas forrajeras en el noreste

- de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 40 p.
- Sparks, D., y Malechek, J. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*, 21(4), 264-265.
- Steuter, A. A., Steinauer, E. M., Hill, G. L., Bowers, P. A., y Tieszen, L. L. (1995). Distribution and Diet of Bison and Pocket Gophers in a Sandhills Prairie. *Ecological Applications*, 5(3), 756-766.
- Towne, E., Hartnett, D., y Cochran, R. (2005). Vegetation trends in tallgrass prairie from bison and cattle grazing. *Ecological Applications*, 15(5), 1550-1559.
- Uvalle Saucedo, J. (2001). Rehabilitación de áreas pastoreadas y sus efectos en las comunidades vegetales y en la dieta de ungulados. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 117 p.
- Valades González, J. M. (2021). Caracterización del hábitat y diversidad de la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* Merriam, 1901) en Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 141 p.
- Van Auken, O. (2009). Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 2931-2942.
- Van Vuren, D. (1979). Ecology and behavior of bison in the Henry Mountains, Utah. M. S. Thesis. Oregon State University. 37 p.
- Van Vuren, D. (1984). Summer diets of bison and cattle in southern Utah. *Journal of Range Management*, 37(3), 260-261.
- Van Vuren, D. (2001). Spatial relations of American bison (*Bison bison*) and domestic cattle in a montane environment. *Animal Biodiversity and Conservation*, 24(1), 117-124.

- Van Vuren, D., y Bray, M. (1983). Diets of bison and cattle on a seeded range in southern Utah. *Journal of Range Management*, 36(4), 499-500.
- Vavra M., y Holechek, J. (1980). Factors influencing microhistological analysis of herbivore diets. *Journal of Range*, 33(5), 371-374.
- Vázquez Mantecón, M. d. (2013). *El bison de América: historia, polémica y leyenda*. UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas. Ciudad de México. 216 p.
- Vázquez Rodríguez, M. (1998). Análisis histológico de la dieta de becerros en Ocampo, Coahuila, México. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 114 p.
- Vela Coiffier, M. P. (1985). Composición botánica de la dieta del bison (*Bison bison* Linnaeus) en el Noreste del estado de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. 112 p.
- Velázquez-Rincón, R., Alanís-Rodríguez, E., Patiño-Flores, A. M., Mora-Olivo, A., y Delgadillo-Villalobos, J. A. (2023). Composición de especies vegetales en un matorral desértico rosetófilo del Norte de Coahuila, México. *CienciaUAT*, 17(2), 37-51.
- Ware, I., Terletzky, P., y Adler, P. (2014). Conflicting management objectives on the Colorado Plateau: Understanding the effects of bison and cattle grazing on plant community composition. *Journal for Nature Conservation*, 22(4), 293-301.