



Composición bioquímica y mineral de especies vegetales consumidas por cabras en tres temporadas del año

Víctor-Abrahán Salgado-Beltrán¹ ; Bernardo Murillo-Amador^{1*} ; Alejandra Nieto-Garibay¹ ;
José Ángel Armenta Quintana³ ; Narciso Aguilera² ; Ricardo-Ortega-Pérez³ .

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

²Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Concepción, Chile.

³Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México.

*Correspondencia: bmurillo04@cibnor.mx

Recibido: Octubre 2023; Aceptado: Diciembre 2023; Publicado: Enero 2024.

RESUMEN

Objetivo. La composición bioquímica y mineral de las plantas que consumen las cabras en pastoreo se determinaron en tres temporadas del año (sequía, lluvia y transición). **Materiales y métodos.** Se realizaron muestreos de las plantas que consumen las cabras en cada temporada del año cuando se alimentan del agostadero, siguiéndolas por los senderos de alimentación y registrando las especies y las partes de las plantas que consumen y su proporción de consumo. En cada temporada se seleccionaron las tres especies principales que consumen. **Resultados.** Las especies consumidas en la temporada de sequía fueron *Cyrtocarpa edulis*, *Pithecolobium confine* y *Cercidium floridum*; las especies consumidas en transición fueron *Forchhammeria watsonii*, *Tecoma stans* y *Cercidium floridum*. Para la temporada de lluvia las especies más consumidas fueron *Cyrtocarpa edulis*, *Indigofera suffruticosa* y *Mimosa distachya*. El contenido de proteína y extracto etéreo fueron superiores ($p \leq 0.05$) en la temporada de sequía. El contenido de Ca, Mg, Mn, K, P y N-total fueron superiores ($p \leq 0.05$) en la temporada de lluvia. **Conclusiones.** Las especies vegetales asociadas al agostadero del área de estudio mostraron variación por temporada del año en el contenido mineral y bioquímico, lo cual se atribuye a la variación de las especies y condiciones climatológicas. Sin embargo, estas especies son una fuente importante de minerales y nutrientes para el ganado caprino.

Palabras clave: Ganado; pastoreo; producción animal; leguminosas; nutrientes (*Fuente: USDA, DeCS*).

ABSTRACT

Objective. Determine and compare the biochemical and mineral composition of the plant species consumed by grazing goats in three seasons of the year (drought, rain, and transition). **Materials and methods.** The plant species consumed by goats were sampled in each season during the time that they fed on the rangeland, following them by the feeding paths and recording the species and plant organs they consumed. The data were used to calculate a preference index, recording consumption frequency, and selecting the three most consumed species per season. **Results.** The most consumed

Como citar (Vancouver).

Salgado-Beltrán VA, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Armenta Quintana JA, Aguilera N, Ortega-Pérez R. Composición bioquímica y mineral de especies vegetales consumidas por cabras en tres temporadas del año. Rev MVZ Córdoba. 2024; 29(1):e3328. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3328>



©El (los) autor (es) 2024. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

species in the drought season were *Cyrtocarpa edulis*, *Pithecollobium confine*, and *Cercidium floridum*; *Forchhammeria watsonii*, *Tecoma stans*, and *Cercidium floridum* during transition; *Cyrtocarpa edulis*, *Indigofera suffruticosa*, and *Mimosa distachya* in the rainy season. The protein and ethereal extract contents were higher ($p \leq 0.05$) in drought season, and those of Ca, Mg, Mn, K, P, and total-N were higher ($p \leq 0.05$) in the rainy season. **Conclusions.** The plant species associated with the rangeland in the study area showed variation per season in mineral and biochemical contents. The result is attributed to species variation and climatological conditions, but both are a source of minerals and nutrients for goats.

Keywords: Cattle; grazing; animal production; legumes; nutrients (*Source: USDA, DeCS*).

INTRODUCCIÓN

Las especies de arbustos que se encuentran en los ecosistemas secos alrededor del mundo a menudo proporcionan diversos recursos explotables, siendo la biomasa forrajera uno de los recursos más importantes para alimentación ganadera (1).

Los patrones de alimentación de las cabras en pastoreo muestran una selección que manifiesta la disponibilidad estacional y palatabilidad relativa, pero el mecanismo por el cual las cabras monitorean los cambios en el contenido nutricional de los forrajes y ajustan su valor en diferentes estados fenológicos requiere más investigación (2). Además, no está claro cuáles son las características físicas específicas y los compuestos químicos que utilizan las cabras para asociar las propiedades sensoriales de los forrajes con valor nutritivo. Sin embargo, no es sencillo determinar todas las variables que influyen en la selección de alimentos con animales en pastoreo (2).

En la región de Baja California Sur, las cabras muestran una influencia directa con los cambios estacionales en la composición química de las especies de pastizales. Las flores y vainas de cactus las consumen en primavera para evitar reducir drásticamente el valor nutricional de la dieta. Las cabras en agostadero seleccionan y comen dietas que varían en la composición de las plantas según la temporada del año (3).

La ingesta total de materia seca de las cabras varía entre límites físicos y fisiológicos, según lo determinado por la capacidad gastrointestinal y los requerimientos energéticos diarios. Los efectos digestivos están relacionados con la estructura de carbohidratos de la dieta, mientras que la saciedad en el metabolismo está relacionada con el grado de concentración

de energía en la dieta. El consumo mínimo de alimento requerido para mantener la salud del rumen es bajo, mientras que el consumo máximo de alimento depende del contenido de fibra detergente neutro de la dieta (4). El conocimiento de las especies forrajeras es importante, ya que la abundancia de ellas parece estar supeditada a los cambios climáticos estacionales, mostrando una reducción considerable durante la temporada de sequía (5). El objetivo de este estudio fue determinar y comparar la composición bioquímica y mineral de las especies vegetales que consumen las cabras en pastoreo en tres temporadas del año (sequía, lluvia y transición).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. El estudio se realizó en el predio denominado "El Mezquitillo" localizado en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna, Baja California Sur, México, que se ubica a los 23.45924 LN y 110.08855 LW (Latitud 23° 27' 33.264"N, longitud 110° 5' 18.7794"W).

Tipo de vegetación del sitio. Las especies vegetales que de acuerdo con León et al (6), predominan en el sitio de estudio corresponden al tipo de vegetación de selva baja caducifolia, la cual se caracteriza por la presencia de *Chloroleucon mangense*, *Bursera epinnata*, *Fouquieria diguetii*, *Tecoma stans*, *Jatropha vernicosa*, *Lysiloma microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Colubrina viridis*, *Lysiloma candidum* y *Mimosa distachya*.

Temporadas del año. El estudio se realizó en tres temporadas del año, las cuales se clasificaron como temporada de lluvia (septiembre), temporada en transición lluvia-sequía (marzo) y temporada de sequía (junio).

Muestreo de especies vegetales. Las muestras de las especies vegetales se seleccionaron acorde con la metodología descrita por Ngwa et al (7) y Velásquez et al (8) la cual consiste en seguir a las cabras durante 7 horas por cada muestreo durante el pastoreo y anotar la frecuencia con que los animales consumen diferentes especies vegetales. Los registros obtenidos de las plantas, los órganos de especies vegetales que consumían las cabras y la proporción en la dieta, se utilizaron para elaborar un índice de preferencia de alimento. El índice de preferencia de alimento es la relación entre la frecuencia de consumo de especies y la frecuencia total de consumo de todas las especies.

Especies consumidas por las cabras. Las especies vegetales consumidas por las cabras en pastoreo fueron 17 en total; sin embargo, los resultados se representan solo para las tres especies vegetales principales consumidas en cada temporada del año. Las especies mayormente consumidas durante la temporada de sequía fueron, *Cyrtocarpa edulis*, *Pithecolobium confine* y *Cercidium floridum*. Las especies más consumidas durante la temporada de transición fueron, *Forchhammeria watsonii*, *Tecoma stans* y *Cercidium floridum*. Las especies mayormente consumidas en la temporada de lluvia fueron, *Cyrtocarpa edulis*, *Indigofera suffruticosa* y *Mimosa distachya*.

Manejo de cabras. Las cabras se confinaban en los corrales de manejo durante la noche y por la mañana se liberaban para que acudieran al agostadero a consumir las especies vegetales disponibles en las distintas temporadas del año. Las cabras utilizadas en las tres temporadas del año se mantuvieron en igualdad de condiciones y fueron los mismos animales.

Aspectos éticos. Las cabras no se sometieron a ningún tratamiento que les provocara estrés o alguna condición distinta que atentara contra su bienestar. Las muestras de las especies vegetales correspondieron a la cantidad mínima requerida para las determinaciones de laboratorio y con el propósito de cumplir con la reglamentación en cuanto a conservación del medio ambiente, se verificó que ninguna de las especies muestreadas se encontrara en peligro de extinción, de conformidad con la NOM-059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, México).

Composición bioquímica de las especies vegetales. Las muestras vegetales colectadas en la temporada de lluvia se procesaron en el laboratorio de análisis proximal en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), donde se determinó la humedad (Diferencia de peso a 105°C/ 4 h.) utilizando una balanza analítica (Mettler® Toledo, modelo AG204, Columbus OH, USA); el contenido de proteína (Método de Dumas Equipo Leco FP-528); el extracto etéreo (Método Soxtec-Avanti, TECATOR); la fibra cruda (Método de hidrólisis sucesiva (ácido / base) y el contenido de cenizas (Diferencia de peso. Calcinación a 600°C / 5 horas). Las muestras vegetales de la temporada de transición y sequía se procesaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, utilizando las mismas técnicas de laboratorio que se utilizaron en el CIBNOR para las muestras de la temporada de lluvia.

Composición mineral de las especies vegetales. Las muestras de las especies vegetales se procesaron en el laboratorio de absorción atómica del CIBNOR. La composición mineral se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (espectrofotómetro de Absorción Atómica, PerkinElmer, Modelo PINAACLE 900F, Shelton, CT USA).

Análisis estadístico. Los datos de las variables estimadas se incluyeron en el análisis de varianza para determinar la significancia del efecto que tiene el factor temporadas del año (one-way ANOVA) con tres niveles (lluvia, transición y sequía) sobre las variables evaluadas. La prueba de comparación de medias utilizada fue Tukey HSD (Honest Significance Difference, a una $p \leq 0.05$). Las variables expresadas como porcentajes se convirtieron mediante la fórmula de Arc sen \sqrt{x} descrita por Little y Hills (9) y Steel y Torrie (10). Los análisis estadísticos se realizaron con Statística® v. 10.0.

RESULTADOS

Composición bioquímica y mineral por temporada del año. La composición bioquímica de las especies vegetales arrojó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las temporadas del año. La tabla 1 muestra la composición bioquímica de las especies ingeridas por las cabras en pastoreo en las tres temporadas del año. El contenido promedio de humedad de las

especies fue mayor en la temporada de lluvia, para cenizas fue en la temporada de transición ($p \leq 0.05$), mientras que, el contenido de proteína, fibra cruda y extracto etéreo fue mayor en las especies mayormente consumidas en la temporada de sequía ($p \leq 0.05$).

Tabla 1. Valores promedio de la composición bioquímica (%) de especies asociadas al agostadero y consumidas por las cabras en tres temporadas del año.

Temporadas del año	Humedad	Cenizas	Proteína
Lluvia	67.06±0.64 ^a	8.16±0.37 ^b	18.46±1.22 ^b
Transición	35.90±8.23 ^b	13.24±2.05 ^a	19.63±2.39 ^b
Sequia	25.94±5.05 ^c	5.39±0.54 ^c	25.14±1.43 ^a
	Fibra cruda	Extracto etéreo	
Lluvia	12.87±1.11 ^b	2.78±0.35 ^c	
Transición	12.15±0.87 ^b	5.07±0.78 ^b	
Sequia	17.37±3.16 ^a	14.83±0.85 ^a	

Los valores en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$). Los valores representan el promedio \pm su error estándar.

El contenido de Ca, Na, Fe, Zn, P y N-total mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las temporadas del año. El contenido de Ca, P y N-total fue mayor en la temporada de lluvia, mientras que el contenido de Na y Fe fue mayor en la temporada de transición. En la temporada de sequía, el contenido de Zn se incrementó respecto a los otros minerales. El contenido de Mg, K y Mn no mostró diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre temporadas (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio de la composición mineral (%) de especies asociadas al agostadero y consumidas por las cabras en tres temporadas del año.

Temporadas del año	Ca	Mg	K	Na	Fe
Lluvia	2.02 ±0.11 ^a	0.51 ±0.05 ^a	1.31 ±0.03 ^a	0.03 ±0.01 ^b	0.05 ±0.01 ^b
Transición	2.00 ±0.27 ^a	0.54 ±0.03 ^a	1.73 ±0.20 ^a	0.04 ±0.01 ^a	0.09 ±0.02 ^a
Sequia	1.60 ±0.27 ^b	0.48 ±0.04 ^a	1.25 ±0.05 ^a	0.01 ±0.01 ^c	0.06 ±0.01 ^{ab}
	Mn	Zn	P	N-Total	
Lluvia	0.0039 ±0.003 ^a	0.0024 ±0.001 ^b	0.24 ±0.01 ^a	3.11 ±0.31 ^a	
Transición	0.0049 ±0.003 ^a	0.0019 ±0.005 ^c	0.22 ±0.03 ^b	2.89 ±0.32 ^b	
Sequia	0.0040 ±0.008 ^a	0.0045 ±0.004 ^a	0.13 ±0.02 ^c	2.42 ±0.09 ^c	

Los valores en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$). Los valores representan el promedio \pm su error estándar.

Composición bioquímica y mineral por especie consumida. La composición bioquímica presentó diferencias significativas entre especies vegetales consumidas por las cabras en pastoreo.

La humedad fue mayor ($p \leq 0.05$) en las especies *I. suffruticosa* y *M. distachya*. Por su parte, *F. watsonii* mostró un contenido mayor de cenizas mientras que, *P. confine* exhibió un contenido mayor de proteína ($p \leq 0.05$). Las especies *P. confine*, *C. floridum* y *M. distachya* presentaron un contenido mayor de fibra cruda. *Pithecollobium confine* también exhibió un contenido mayor ($p \leq 0.05$) de extracto etéreo (Tabla 3).

Tabla 3. Valores promedio de la composición bioquímica (%) de especies asociadas al agostadero y consumidas por las cabras.

Especies	Humedad	Cenizas	Proteína
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	55.87±6.07 ^c	6.17±0.41 ^b	18.10±2.01 ^d
<i>Pithecollobium confine</i>	26.33±0.13 ^c	6.88±0.78 ^b	30.07±0.45 ^a
<i>Cercidium florido</i>	31.41±10.30 ^c	9.30±0.51 ^b	26.00±1.42 ^b
<i>Forchhammeria watsonii</i>	3.42±0.30 ^d	18.45±0.19 ^a	17.18±0.86 ^e
<i>Tecoma stans</i>	50.11±2.48 ^b	6.51±2.94 ^b	12.95±0.78 ^e
<i>Indigofera suffruticosa</i>	67.65±0.24 ^a	8.98±0.32 ^b	18.86±0.53 ^d
<i>Mimosa distachya</i>	65.66±1.16 ^a	8.61±0.51 ^b	22.44±0.40 ^c
	Fibra cruda	Extracto etéreo	
<i>Cyrtocarpa edulis</i>	9.20±1.57 ^c	9.62±2.60 ^b	
<i>Pithecollobium confine</i>	16.58±0.60 ^a	14.11±0.93 ^a	
<i>Cercidium florido</i>	19.29±4.02 ^a	8.80±3.04 ^b	
<i>Forchhammeria watsonii</i>	15.31±1.13 ^{bc}	5.41±0.31 ^b	
<i>Tecoma stans</i>	10.83±0.59 ^{bc}	7.33±0.54 ^b	
<i>Indigofera suffruticosa</i>	10.18±0.11 ^c	1.58±0.02 ^d	
<i>Mimosa distachya</i>	17.28±0.03 ^a	2.81±0.25 ^c	

Los valores en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$). Los valores representan el promedio \pm su error estándar.

El contenido mineral mostró diferencias significativas entre las especies vegetales consumidas por las cabras. *Indigofera suffruticosa* y *F. watsonii* fueron las especies que reportaron valores mayores ($p \leq 0.05$) de Ca. El contenido mayor ($p \leq 0.05$) de Mg lo presentaron *I. suffruticosa*, *M. distachya* y *C. floridum*. La especie *F. watsonii* presentó un contenido mayor ($p \leq 0.05$) de K, mientras que, el contenido de Na

fue mayor en *I. suffruticosa* y *F. watsonii*. Las especies, *M. distachya*, *C. floridum*, *F. watsonii* y *C. edulis* obtuvieron contenidos mayores ($p \leq 0.05$) de Fe. El contenido mayor de Mn lo presentaron *M. distachya*, *C. edulis* y *P. confine*. El contenido de Zn fue mayor ($p \leq 0.05$) para

las especies *C. floridum* y *P. confine*, mientras que, *M. distachya* y *C. floridum*, exhibieron valores mayores ($p \leq 0.05$) de P. El contenido de nitrógeno total fue mayor en las especies *M. distachya* and *C. floridum* ($p \leq 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4. Valores promedio de la composición mineral (%) de especies asociadas al agostadero y consumidas por las cabras.

Especies	Ca	Mg	K	Na	Fe
<i>I. suffruticosa</i>	2.43±0.07 ^a	0.60±0.03 ^a	1.27±0.06 ^{bc}	0.08±0.01 ^a	0.04±0.005 ^b
<i>M. distachya</i>	1.71±0.05 ^b	0.63±0.02 ^a	1.24±0.03 ^{bc}	0.0097±0.0008 ^b	0.08±0.019 ^a
<i>C. edulis</i>	2.03±0.06 ^a	0.41±0.05 ^c	1.38±0.03 ^{bc}	0.0213±0.001 ^b	0.07±0.013 ^a
<i>C. floridum</i>	1.07±0.26 ^c	0.58±0.03 ^a	1.53±0.09 ^{bc}	0.0167±0.007 ^b	0.09±0.035 ^a
<i>T. stans</i>	1.28±0.08 ^c	0.48±0.08 ^c	1.09±0.21 ^c	0.0311±0.002 ^b	0.04±0.006 ^b
<i>F. watsonii</i>	3.06±0.03 ^a	0.56±0.09 ^{bc}	2.42±0.06 ^a	0.08±0.001 ^a	0.07±0.005 ^a
<i>P. confine</i>	2.11±0.02 ^b	0.31±0.01 ^c	1.03±0.009 ^c	0.0212±0.0007 ^b	0.05±0.0001 ^b
	Mn	Zn	P	P N-Total	
<i>I. suffruticosa</i>	0.0032±0.0003 ^c	0.0024±0.0002 ^b	0.2430±0.008 ^b	3.21±0.05 ^b	
<i>M. distachya</i>	0.0052±0.0003 ^a	0.0027±0.0001 ^b	0.2917±0.003 ^a	4.14±0.078 ^a	
<i>C. edulis</i>	0.0045±0.0005 ^a	0.0027±0.0003 ^b	0.1532±0.0233 ^c	2.15±0.080 ^d	
<i>C. floridum</i>	0.0037±0.0015 ^b	0.0049±0.0004 ^a	0.2690±0.0238 ^a	4.12±0.433 ^a	
<i>T. stans</i>	0.0039±0.0004 ^b	0.0009±0.000 ^c	0.2436±0.0030 ^b	2.00±0.159 ^d	
<i>F. watsonii</i>	0.0039±0.0000 ^b	0.0008±0.0001 ^c	0.0989±0.0000 ^c	2.55±0.088 ^c	
<i>P. confine</i>	0.0057±0.0000 ^a	0.0042±0.0003 ^a	0.0844±0.0033 ^c	2.74±0.047 ^c	

Los valores en la misma columna con diferente literal difieren estadísticamente (Tukey HSD $p \leq 0.05$). Los valores representan el promedio \pm su error estándar.

DISCUSIÓN

El contenido mineral mostró variación entre temporadas del año y entre especies consumidas por las cabras. El contenido de Ca exhibió valores superiores a los reportados por Mashwani et al (11), donde las especies que tuvieron mayor valor oscilaron entre 1.5% y 2.0% (*Digitaria singuinalis* y *Bracharia repten*). El contenido de Mg no manifestó variación respecto a las temporadas del año; datos similares reportó Medina et al (12). El contenido de K no mostró diferencias significativas entre las temporadas del año. En otras especies reportadas por Medina et al (12), encontraron diferencias significativas entre especies vegetales; sin embargo, las especies muestreadas en este estudio no son las mismas que las reportadas por Medina et al (12).

El contenido de Na fue mayor en la temporada de transición, seguido de las temporadas de lluvia y sequía. Los resultados son similares a los que indicó Medina et al (12) quienes encontraron variación en el contenido de Na respecto las temporadas del año. El contenido de Fe fue superior en las temporadas de transición y sequía, lo cual coincide con los resultados reportados por Allegretti et al (13), quienes reportaron valores superiores de Fe en las temporadas de primavera y verano. El contenido de Fe también registró variación dependiendo de las especies muestreadas, lo cual coincide con lo indicado por Medina et al (12). El contenido de Mn no mostró variación entre temporadas, lo cual es contrario a lo reportado por Medina et al (12) quienes encontraron valores mayores de Mn en verano y otoño.

El contenido de Zn presentó variación entre temporadas, con valores superiores en la temporada de sequía, seguido de lluvia y transición, lo cual coincide con los resultados reportados por Mukaram et al (14), donde evaluaron pastos forrajeros en diferentes etapas reproductivas de las especies, obteniendo una variación en cada etapa. La especie que tuvo mayores valores de Zn fue *Phragmites karka*. El P y el N mostraron valores superiores en la temporada de lluvia; respuesta similar indicó Medina et al (12) quienes reportaron valores mayores de Zn en primavera y valores superiores de N en la época de verano.

En otras regiones como el Himalaya Occidental y en relación con las especies vegetales que consumen las cabras en el agostadero, el contenido de Ca fue menor en *Digitaria singuinales*, *Bracharia reptans* y *Dactyloctenium aegypticum*, las cuales son las principales especies forrajeras que consumen las cabras en el agostadero de esa región de acuerdo con Mashwani et al (11). Datos similares fueron obtenidos en esta investigación donde *Indigofera suffruticosa*, *Cyrtocarpa edulis* y *Forchhammeria watsonii* fueron las especies con mayores valores de Ca. De acuerdo con Mashwani et al (11) el contenido de Mg a lo largo de los muestreos fue mayor en *Pennisetum orientales*, *Avena sativa* y *Digitaria singuinales*. Si bien las especies vegetales difieren por la ubicación geográfica de dichos estudios, los contenidos son similares. Las especies que mayor valor de Na tuvieron de acuerdo Mashwani et al (11) fueron *Arthroxon prinodes*, *Chrysopogon aucheri* y *Sorghum halepense*. En este estudio, *Cyrtocarpa edulis* e *Indigofera suffruticosa* estuvieron dentro del grupo con mayor contenido de Na. Mashwani et al (11) reportó a *Pennisetum orientales*, *Cymbopogon jawaracusa* y *Digitaria singuinales* con mayores valores de K. Los resultados de este estudio muestran que la especie con mayor valor de K fue *Forchhammeria watsonii*. En cuanto al Mn, Mukaram et al (14) encontró diferencias entre los estados reproductivos de las especies, en este estudio se encontró que *Cyrtocarpa edulis*, *Pithecollobium confine* y *Mimosa distachya* fueron las especies con mayor contenido de Mn. El contenido de Fe mostró valores similares a los reportados por Mukaram et al (14), donde hubo una variación de Fe respecto a la etapa reproductiva de cada forraje muestreado, siendo las especies *Cyrtocarpa edulis* y *Cercidium floridum* los que arrojaron mayores valores de Fe en este estudio. Para el Zn, la especie *Cercidium floridum* mostró el

contenido de Zn mayor mientras que Mukaram et al (14) reportó que *Phragmites karka* fue la especie con mayor contenido de Zn.

La composición bioquímica de las especies mostró variación entre las temporadas del año y las especies consumidas por las cabras. El contenido de proteína mostró diferencia significativa por temporada. En otro estudio se reportaron resultados similares (13), cuando evaluaron las especies que consumían cabras en pastoreo en las épocas de otoño e invierno. El resultado del contenido alto de proteína, se atribuye a la particularidad que tienen las cabras de seleccionar los alimentos que presentan atributos nutritivos o alimenticios mayores, pues son selectivas al momento de consumir las especies del agostadero (15) lo cual fue probado por estos autores quienes reportan que, en un sistema semi intensivo, las cabras que salen al pastoreo se encuentran pastos y arbustos que presentan contenidos altos de proteína y energía mismos que son preferidos por las cabras. De acuerdo con Dutta et al (15) el porcentaje de proteína de los pastos que consumieron cabras en pastoreo fue de 7.9%, mientras que, en este estudio, al considerar el contenido promedio de proteína por temporada, se presentó un valor máximo de 25.14% en la temporada de sequía, mientras que, al considerar los valores promedio de proteína por especie, el valor mayor fue de 30.07% para *Pithecollobium confine*, en ambos casos, duplicando o triplicando el valor en el contenido de proteína reportado por Dutta et al (15).

En relación con el contenido de fibra detergente neutra, Allegretti et al (13) reporta especies vegetales consumidas por cabras en invierno y otoño en pastoreo, con valores superiores a los mostrados en este estudio, por encima de 30% de fibra detergente neutra. Estos resultados se atribuyen a la variabilidad de las especies y a la zona geográfica de los muestreos. Al comparar los datos por especies se observó que, *Cercidium floridum* mostró los valores más altos con 19%; al respecto, Allegretti et al (13) reportan a *Lycium spp.* como la especie con mayor contenido de fibra (70%) la cual es consumida por las cabras pastoreando en diferentes etapas reproductivas. Los resultados mostraron valores altos de humedad en la temporada de lluvia y más bajos en temporada de sequía y transición; al respecto, Dayenoff et al (16) reporta resultados comparando con la digestibilidad de materia seca, encontrando mayores valores en la época de rebrote y menor valor en la época de latencia, siendo especies

arbustivas las que más consume el ganado caprino en pastoreo (*Lycium sp.* y *Prosopis sp.*). La variación de resultados se atribuye a la estación climatológica del año.

Al respecto, Hozza et al (17) reporta valores por debajo del 1% de extracto etéreo en pastos y heno consumidos por caprinos. En este estudio se encontraron valores de 14% de extracto etéreo en la temporada de sequía. La especie con valor mayor de extracto etéreo fue *Pithecolobium confine* con 14.11%. En otro estudio, Dutta et al (18) indica a *Vigna sinensis* L. con el valor más elevado de 5.28%, la cual es una especie consumida por cabritos en desarrollo, por lo cual las especies disponibles en la región tienen un buen valor, siendo evidente que las especies originarias de la zona de estudio son una fuente adecuada de nutrientes para las cabras en sistema de producción extensivo, que es uno de los sistemas que más prevalece en el Estado de Baja California Sur, México.

En conclusión, el contenido nutricional de las principales especies vegetales que consumen las cabras en pastoreo en el área de estudio mostró diferencias significativas entre temporadas del año. Si bien en la temporada de sequía la abundancia de las especies vegetales es limitada, las que se encuentran disponibles para los animales muestran valores altos en su composición bioquímica y mineral. Lo anterior se

manifiesta en la calidad de los productos lácteos y subproductos que elaboran los caprinocultores en la región donde se desconocen estos datos y le otorgan un valor agregado. Debido a las características de la región, los productores deben reducir su hato caprino, y buscar un mejoramiento genético en sus animales lo cual redundará en una producción mayor tanto de carne como de leche.

Agradecimientos

Al personal técnico de apoyo, Pedro Luna-García, Álvaro González-Michel, Raymundo Ceseña-Núñez, María Dolores Rondero-Astorga y Sindi Areli Juan-Antúnez. A los propietarios del rancho El Mezquitillo, por facilitar el acceso al agostadero y las cabras para desarrollar esta investigación.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflicto de interés.

Financiación

La investigación se apoyó con recursos nacionales de proyectos fiscales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) y del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT).

REFERENCIAS

1. Domínguez R, Guillen A, León J, Murillo B. Estimación y disponibilidad forrajera de arbustos en Baja California Sur, México. *Interciencia*. 2003; 28(4):229-233. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000400009&lng=es&nrm=iso
2. Mellado M. Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. *Rangel J*. 2016; 38(4):331-341. <https://doi.org/10.1071/RJ16002>
3. Medina N, Espinoza JL, Ávila NY, Murillo B. Composición química de forrajes del agostadero y su relación con la composición química de leche de cabras criollas. *Interciencia*. 2013; 38(2):132-138. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/132-c-MURILLO-7.pdf>
4. Martínez M, Pérez H, Pérez A, Carrion P, Gómez C. Nutrient limits in diets for growing dairy goats. *Arch Med Vet*. 2012; 44(1):13-20. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2012000100003>

5. Junco E, González H, Armenta JL, Cantú I, Estrada A, Cotera M, Gómez M. Composición botánica del matorral sarcocaula en Baja California Sur durante las estaciones húmeda y seca. *Rev Mex Cienc Forestales*. 2020; 11(61):1-24. <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/730>
6. León JL, Domínguez R, Medel A. Florística de la selva baja caducifolia de la península de Baja California, México. *Bot Sci*. 2012; 90(2):143-162. <https://doi.org/10.17129/botsci.480>
7. Ngwa AT, Pone DK, Mafeni JM. Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. *Anim. Feed Sci. Technol*. 2000; 88(3):253-266. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00215-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00215-7)
8. Velásquez-Vélez R, Pezo D, Skarpe C, Ibrahim M, Mora J, Benjamín T. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agrofor. Am*. 2009; 47(1):51-60. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7618/RAFA_47_Completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. Little TM, Hills FJ. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México: Ed. Trillas; 1989.
10. Steel GDR, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. México: Ed. McGraw Hill; 1995.
11. Mashwani R, Khan M, Ahmad M, Zafar M, Iqbal N, Arshad M, Samiullah. Macro-mineral quantification of the forage grass species in the Gandgar Hills, Western Himalaya, Pakistan. *Pak J Bot*. 2012; 44(1):117-121. [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44\(SI1\)/17.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/44(SI1)/17.pdf)
12. Medina N, Espinoza J, Avila N, Murillo B. Evaluation of minerals of shrub plant forages consumed by goats in the arid southern rangeland of the Peninsula of Baja California, Mexico. *Anim Nutr Feed Technol*. 2014; 14(3):511-522. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2014.01354.7>
13. Allegretti L, Sartor C, Paez Lamaa S, Egea V, Fucili M, Passera C. Effect of the physiological state of criollo goats on the botanical composition of their diet in NE Mendoza, Argentina. *Small Rumin. Res*. 2012; 103(2-3):152-157. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.018>
14. Mukaram S, Hussain F. Evaluation of Micro-Minerals and Nutritional Status of Some Forage Grasses in Mastuj Valley, Hindukush Range, Pakistan. *Pak J Nutr*. 2014; 13(11):622-625. <https://doi.org/10.3923/pjn.2014.622.625>
15. Dutta Tk, Das A, Tripathi P, Dular R. Effect of concentrate supplementation on growth, nutrient availability, carcass traits and meat quality in barbari kids reared under semi-intensive and intensive systems. *Anim Nutr Feed Technol*. 2020; 20(2):267-278. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2020.00024.4>
16. Dayenoff P, Macario J, Kotani I, Roberi J, Gorrachategui MS, Nicolas A, Bolaño M. Forage quality of goat intake, in the South Central Plateau of Mendoza (Argentina). *Ciencia Veterinaria*. 2023; 25(2):124-136. <https://doi.org/10.19137/cienvet202325202>
17. Hozza WA, Kifaro GC, Safari JG, Mushi DE. Effect of concentrate supplementation levels on growth and slaughter characteristics of SEA and SEA × Norwegian goats under on-farm conditions. *Trop Anim Health Prod*. 2013; 45(8):1789-94. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0436-x>
18. Dutta TK, Mamta, Chatterjee A, Bhakat C, Mandal DK, Rai S, et al. Effect of different levels of concentrate supplementation on feed intake, growth performance, carcass traits and composition in finisher Barbari kids reared under intensive system. *Indian J Anim Sci*. 2023; 93(1):82-89. <https://doi.org/10.56093/ijans.v93i1.127288>