

Calidad de la dieta y leche de cabras en pastoreo extensivo en un ecosistema semiárido

Diet quality and milk of extensively grazed goats under a semi-arid ecosystem

Víctor Abrahán Salgado-Beltrán¹ , Eduardo Alberto Toyas-Vargas² , Bernardo Murillo-Amador^{1*} , Ricardo Ortega-Pérez³ , Alejandro Palacios-Espinoza³ , José Luis Espinoza-Villavicencio³ 

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Avenida Instituto Politécnico Nacional No. 195. Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur. CP. 23096. La Paz, Baja California Sur, México.

²Department of Ocean Sciences, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canadá.

³Universidad Autónoma de Baja California Sur. Boulevard Forjadores S/N entre Calle Av. Universidad y Calle Félix Agramont Cota. Colonia Universitario. CP. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

*Autor de correspondencia: bmurillo04@cibnor.mx

Artículo científico

Recibido: 13 de julio 2025

Aceptado: 28 de septiembre 2025

RESUMEN. La calidad de la leche de cabras en sistemas extensivos de pastoreo está estrechamente relacionada con la composición bioquímica de las especies vegetales consumidas, la cual varía según la estacionalidad. El objetivo de este estudio fue analizar la calidad de la leche de cabras criollas y la composición proximal de su dieta en dos temporadas del año (seca y lluvia) en un ecosistema semiárido de Baja California Sur, México. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las muestras de leche se analizaron con equipos MilkoScan® Minor y Fossomatic® Minor, mientras que la composición de las especies vegetales se evaluó mediante métodos estándar de laboratorio. Los resultados en leche entre temporadas mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en el contenido de grasa (4.72%), proteína (3.84%), lactosa (4.55%), sólidos totales (15.66%) y sólidos no grasos (10.45%), siendo mayores durante la temporada de lluvia. La composición proximal de las especies consumidas por las cabras también presentó diferencias significativas en humedad, cenizas, lípidos, fibra cruda y energía, tanto entre temporadas como entre especies. Estos cambios en la dieta se manifestaron en la calidad nutricional de la leche, lo que tiene implicaciones relevantes para la elaboración de productos lácteos artesanales. Se concluye que, la variabilidad estacional en la calidad de la dieta influye directamente en los parámetros fisicoquímicos de la leche caprina siendo mayores en la temporada de lluvia, lo cual puede ser aprovechado por los productores locales para mejorar el valor agregado de sus productos.

Palabras clave: Sistemas de producción, nutrición animal, consumo animal, ganado caprino.

ABSTRACT. The quality of goat milk in extensive grazing systems is closely related to the biochemical composition of the plant species consumed, which varies seasonally. The objective of this study was to analyze the milk quality of Creole goats and the proximate composition of their diet during two seasons (dry and rainy) in a semi-arid ecosystem in Baja California Sur, Mexico. Data was analyzed using a completely randomized design with three replicates. Milk samples were analyzed using MilkoScan® Minor and Fossomatic® Minor equipment, while plant species composition was assessed using standard laboratory methods. Milk results between seasons showed significant differences ($p \leq 0.05$) in fat (4.72%), protein (3.84%), lactose (4.55%), total solids (15.66%), and non-fat solids (10.45%) content, being higher during the rainy season. The proximate composition of the species consumed by goats also showed significant differences in moisture, ash, lipids, crude fiber, and energy, both between seasons and between species. These dietary changes were shown in the nutritional quality of the milk, which has relevant implications for the production of artisanal dairy products. It is concluded that seasonal variability in diet quality directly influences the physicochemical parameters of goat milk, which are greater during the rainy season. This can be exploited by local producers to improve the added value of their products.

Keywords: Production systems, animal nutrition, animal consumption, goat livestock.

Como citar: Salgado-Beltrán VA, Toyas-Vargas EA, Murillo-Amador B, Ortega-Pérez R, Palacios-Espinoza A, Espinoza-Villavicencio JL (2025) Calidad de la dieta y leche de cabras en pastoreo extensivo en un ecosistema semiárido. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(3): e4693. DOI: 10.19136/era.a12n3.4693.

INTRODUCCIÓN

La crianza y la gestión sostenible de especies de pequeños rumiantes, como las cabras, son fundamentales para la economía de áreas marginales. (Colonna *et al.* 2020). La adaptabilidad y flexibilidad que posee el ganado caprino para la selección de los vegetales que incluyen su ingesta les permite obtener un buen nivel de nutrimentos para cubrir sus requerimientos (Dayenoff *et al.* 2023). No se tiene certeza sobre qué características físicas y qué sustancias químicas emplean las cabras para vincular las cualidades sensoriales de los forrajes nutritivos. No obstante, no resulta fácil identificar todas las variables que afectan la elección de alimentos en animales que pastorean (Mellado 2016).

Estudios recientes concluyen que, se requiere generar más conocimiento sobre la relación del pastoreo y el rendimiento de la producción de las cabras (Charpentier y Delagarde 2018). En la región norte de México, las condiciones de pastoreo de cabras se desarrollan en zonas de marginación y pobreza de la población, por lo que, la implementación de nuevas estrategias puede ayudar a solucionar en parte, esta condición social (Peña-Avelino *et al.* 2023).

La cantidad total de materia seca que consumen las cabras fluctúa entre límites biológicos y físicos, lo cual es determinado por la capacidad del sistema digestivo y las necesidades energéticas diarias, los resultados en la digestión están vinculados a la composición de carbohidratos en los alimentos, mientras que la sensación de saciedad en el metabolismo está conectada con el nivel de concentración energética en la comida. La cantidad mínima de alimento necesaria para preservar la salud del rumen es pequeña, mientras que la cantidad máxima que se puede ingerir está influenciada por el contenido de fibra detergente neutro presente en la dieta (Martínez *et al.* 2012).

En este sentido, la cantidad y tipo de fibra, el nivel de proteína, el tamaño de partícula, la adición de grasas o aceites vegetales y la relación forraje-concentrado son los factores principales que intervienen a escala nutricional sobre la producción y calidad de la leche. Sin embargo, estudios con caprinos reportan que, estos son menos susceptibles que los bovinos a los factores antes mencionados, es decir, son más eficientes en la conversión del alimento y utilización para producción láctea (Bedoya-Mejía *et al.* 2012).

Los patrones de alimentación de las cabras en pastoreo muestran una selección de especies vegetales dependiendo de la temporada del año, pero el mecanismo por el cual detectan los cambios en el contenido nutricional de los forrajes requiere más estudios (Mellado 2016). Por su parte, Armenta-Quintana *et al.* (2009) mencionan que, las cabras solo utilizan alrededor del 30% de la vegetación disponible para alimentarse en todas las estaciones del año, mostrando ligeros cambios, lo cual es atribuible al comportamiento oportunista de estos animales. La calidad de los nutrientes de las especies vegetales disponibles es afectada directamente por el clima y el tipo de vegetación de cada región (Safari *et al.* 2011, Lugassi *et al.* 2015).

La leche de cabra destaca por su aporte de macronutrientes (grasa, proteína y minerales) y por su contenido de vitaminas y ácidos grasos (Kondily *et al.* 2012). El uso de la leche de cabra como fuente de alimento tiene efectos benéficos en el mantenimiento de la salud, funciones fisiológicas, y puede ser consumida por personas que sufren alergias a la leche de vaca. Además, la producción de leche de cabra es de gran importancia para la economía y supervivencia de seres humanos en el mundo

(Yangilar 2013). Según el SIAP (2024) la producción nacional de leche de cabra fue de 168 600.980 miles de litros, en tanto en Baja California Sur fue de 4 422.007, siendo el Municipio de Comondú (área de estudio) el que aportó la mayor cantidad de litros de leche de cabra, con 2 722.813 miles de litros, con un precio promedio de 7.94 pesos por litro y un valor total de la producción de 21 607 057 miles de pesos.

La zona de estudio se ubica en la tercera región que marca una transición entre el ambiente desértico y el tropical-seco, la cual corresponde al continuo de serranías de origen volcánico que fluyen sucesivamente por La Sierra de la Giganta hasta La Sierra de San Francisco, en una distancia de casi 400 km y que se encuentran cercanas a la costa del Golfo de California. Estos terrenos se caracterizan por alta rocosidad y pedregosidad, así como por la abundancia de árboles y arbustos de la familia de las leguminosas, matorral sarcocaula, matorral crasicaule y matorral sarco-crasicaule (León de la Luz *et al.* 2021).

El contenido nutricional de las especies vegetales principales que consumen las cabras en pastoreo en el Estado de Baja California Sur, México, muestra diferencias significativas entre temporadas del año, teniendo valores superiores de proteína, extracto etéreo y fibra cruda en la temporada de sequía (Salgado-Beltrán *et al.* 2024). El objetivo de este estudio fue analizar la calidad de la leche de cabras en dos temporadas del año, seca y lluvia, así como la composición bioquímica de la dieta basada en el consumo de especies vegetales del agostadero en las dos temporadas del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se ubica en la denominada subprovincia Sierra de la Giganta localiza en el rancho Jesús María, ubicado a 17 km de la desviación del km 29 de la Carretera Federal No. 1 Cd. Insurgentes-Loreto, Baja California Sur, México y se localiza en las coordenadas geográficas 25°19'51" LN y 111°25'44" LO, con altitud de 160 m (INEGI 1995). El clima del área es muy seco cálido con lluvias en verano y se distribuye en las áreas de menor altitud que circundan a la subprovincia Sierra de La Giganta. El régimen de lluvias es de verano; el porcentaje de precipitación invernal mayor de 10.2 mm y la temperatura media anual superior a 22.0° C. La precipitación total anual suma alrededor de 100 mm en las partes planas y 300 mm en las más inmediatas a las sierras (García de Miranda, 1986). En la zona de estudio predominan los suelos litosoles (suelos menores de 10 centímetros de profundidad) se presentan frecuentemente como unidad codominante, por lo que se distribuyen en asociación con regosoles, cambisoles y vertisoles. La textura del suelo se caracteriza por su distribución de arcilla y limo en la superficie, observándose una textura gruesa debido a la presencia de materiales no consolidados y rocas. El regosol es el suelo de mayor distribución, pues cubre el 47.3% de la superficie estatal. Estos suelos presentan contenido bajo o muy bajo de materia orgánica, su capacidad de intercambio catiónico es baja, lo mismo que su fertilidad. Registran elevadas concentraciones de calcio y de moderadas a altas de magnesio en tanto que su pH oscila entre 7.8 y 8.4. Estos suelos son poco profundos; en su mayoría presentan limitantes físicas (INEGI 1995).

Sistema de producción

El sistema de producción que se utiliza en el área de estudio es pastoreo extensivo, el cual se caracteriza por el confinamiento durante la noche de las cabras en corrales (sin alimento y solo agua *ad-libitum*), mientras que, durante el día se liberan al agostadero (pastoreo extensivo) en donde recorren distancias considerablemente grandes (10 km) en busca de alimento, el cual consumen *ad libitum* y corresponde a una dieta basada en especies vegetales asociadas al agostadero natural de la zona. El número de horas promedio de pastoreo es de 7 h. Por la tarde, las cabras regresan al corral y nuevamente se mantienen en confinamiento durante la noche. En este sistema de producción, la ordeña para extraer la leche se realiza de manera manual una vez al día en las mañanas; posteriormente las cabras se liberan para que consuman las especies vegetales del agostadero.

Animales en estudio y muestreo de leche

Las cabras utilizadas en el estudio fueron criollas con encaste indefinido de Anglonubio, que es la raza predominante en el área. La leche se colectó en dos muestreos en la temporada de lluvia (48 muestras en total) y dos muestreos en la temporada seca (48 muestras en total). Las cabras seleccionadas presentaban de dos a cinco partos y tenían más de 60 días en producción de leche. Las muestras de leche se obtuvieron mediante ordeño manual por la mañana, previo aseo de la ubre, colectando 25 mL del total de la leche extraída de cada cabra, la cual se almacenó en tubos Falcón estériles, debidamente sellados e identificados para su conservación en hielo (4 grados centígrados) hasta su traslado al laboratorio. En cada muestreo de leche por temporada del año dos veces por temporada (seca y de lluvia) se colectaron 24 muestras (repeticiones) que correspondieron a 24 cabras lactantes para un total de 96 muestras.

Aspectos éticos

El estudio no implicó ninguna práctica experimental realizada en las cabras. En el desarrollo del estudio solo se realizaron muestreos de leche cruda que se considera una práctica rutinaria en este sistema de producción. Las cabras no se sometieron a ningún tratamiento que les provocara estrés o alguna condición distinta que atentara contra su bienestar.

Calidad de la leche

La composición de leche de cabra se determinó mediante el equipo MilkoScan® Minor (Foss, Dinamarca) el cual proporciona la composición de la leche (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales).

Temporadas del año

El estudio se realizó en dos temporadas del año, las cuales se clasificaron como temporada de lluvia y temporada seca. En el área de estudio, la estación seca comprende del mes de febrero a junio, mientras que, la estación de lluvia comienza en julio y termina en septiembre, con precipitaciones que suelen ocurrir entre julio y noviembre debido a las tormentas tropicales y huracanes presentes en el Océano Pacífico. En junio, se realizó el muestreo de leche y de especies vegetales del agostadero correspondiente a la estación seca, mientras que, para la estación de lluvia, el muestreo de leche y de especies vegetales se realizó en octubre.

Vegetación del área de estudio

La vegetación predominante consiste en árboles y arbustos de la familia de las leguminosas, matorral sarcocaula, matorral crasicaule y matorral sarco-crasicaule. Del matorral sarcocaula se distinguen varias especies de *Jatropha*, *Bursera* y *Fouquieria*. De acuerdo con León de la Luz *et al.* (2021), las especies más comunes en el área son *Lysiloma candida*, *Cercidium microphyllum*, *Prosopis palmeri*, *Prosopis articulata*, *Forchhammeria watsonii*, *Erythrina flabelliformis*, *Prosopis juliflora* var *articulata*, *Cercidium sonora*, *Lysiloma divaricata*, *Pithecellobium confine*, *Phrygilanthus sonora*, *Acacia farnesiana*, *Celtis reticulata*, *Acacia brandegeana*, *Acacia peninsularis*, *Prosopis glandulosa*, *Ferocactus* spp., *Cassia goldmanii*, *Jatropha cuneata*, *Parkinsonia* × *sonora*, *Cassia confinis*, *Pithecellobium confine*, *Lycium brevipes*, *Pachycereus pringlei*, *Stenocereus thurberi*, *Lophocereus schottii*, *Machaerocereus gummosus*, *Echinocereus* spp., *Cercidium floridum*, *Bursera microphyla*, *Aristida californica*, *Rosella tinctoria*, *Cercidium* X *sonora*, *Pachycormus discolor*, *Fouquieria columnaris*, *Pachycereus pringlei*, *Bouteloua barbata*, *Opuntia* spp., *Fouquieria diguetii*, *Myrtillocactus cochal*, *Cercidium praecox*, *Ruellia californica*, *Lippia palmeri*, *Krameria parvifolia*, *Aristida californica*, *Jatropha cinerea*, *Opuntia cholla* y *Larrea tridentata* (INEGI, 1995).

Selección de especies vegetales

Las cabras consumieron vainas, flores y hojas de diferentes especies de arbustos debido a la disponibilidad estacional. Las muestras de especies vegetales incluyeron los tejidos consumidos, los cuales se muestrearon en dos ocasiones en la temporada de lluvia y dos en la temporada seca, coincidiendo con las fechas de muestreo de leche, realizando recorridos con cuatro grupos de dos personas cada uno que iban detrás de las cabras anotando y colectando las muestras de especies vegetales que consumían de acuerdo con la metodología descrita por Ngwa *et al.* (2000) y Velásquez *et al.* (2009).

Las muestras vegetales se colectaron cuando más del 75% de las cabras elegían una especie vegetal en particular para consumirla; de cada especie consumida se colectaban manualmente tres muestras de tejido vegetal, con aproximadamente 300 g por muestra y altura a la cual consumían las cabras. Las muestras colectadas se colocaron en bolsas de papel para después trasladarlas al laboratorio de análisis químico proximal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Se observó que las plantas elegidas por las cabras era plantas adultas, con follaje verde, en estado de madurez fisiológica. Las especies que consumían las cabras se identificaron y se clasificaron en dos grupos, leguminosas y no leguminosas. Las especies leguminosas consumidas por las cabras incluyeron a *Pithecellobium confine* Standl, *Prosopis palmeri* S. Wats., *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Acacia brandegeana*, *Acacia peninsularis* (Britt. and Rose) Standley, *Parkinsonia* × *sonora* Rose and Johnston, *Lysiloma candida* Brandegea, *Cercidium microphyllum* (Torr.) Rose and Johnston, *Cercidium floridum* Benth. Ex A. Gray subsp. *Peninsulare* (Rose) Carter. Las especies no leguminosas que consumieron las cabras incluyeron a *Lippia palmeri* L., *Bursera microphyla* Gray, *Jatropha cuneata* Wiggins and Rollins, *Fouquieria diguetii* (Van Tieghem) I. M. Jhtn., *Lycium brevipes* Benth., *Celtis reticulata* Torr., *Ruellia californica* (Rose) I. M. Jhtn., *Ferocactus* spp., *Phrygilanthus sonora* S. Watson, *Jatropha cinerea* (C.G. Ortega) Muell. Arg. In D.C., *Opuntia cholla* Weber, *Pachycereus pringlei* (S.

Wats) Brit. & Rose, *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxbaum, *Phrygilanthus sonora* (S. Watson) Standl.

Composición bioquímica de las especies vegetales

La humedad de las especies se determinó mediante diferencia de peso de las muestras que se sometieron a 105 °C por 24 h en horno de secado (HTP-80®, Ariston Thermo®, MA, U.S.A.). Las cenizas se determinaron por combustión a 500 °C durante 24 h utilizando una mufla (Thermoline 6000®, Dubuque IA, USA). La proteína cruda se determinó en un destilador (Foss Kjelttec 230®) durante 4 min y en digestor (Foss Kjelttec 2040®) durante 25 min, por el método microkjeldahl. Lípidos (Método Soxtec-Avanti, TECATOR); la fibra cruda se cuantificó por hidrólisis sucesiva en una multi-unidad de extracción (Fiber Tec M6 Tecator®). El extracto libre de nitrógeno se calculó por diferencia, 100-(% Proteínas + % Lípidos + % Fibra cruda + % Cenizas) y la energía se determinó mediante un calorímetro (PARRI261®).

Análisis estadístico

Los datos de las variables expresadas en porcentaje se transformaron mediante arcoseno (Little y Hills 1989, Steel y Torrie 1995) para cumplir con los supuestos de normalidad. Los datos de las variables asociadas a calidad de la leche y composición proximal de las especies se analizaron mediante análisis de varianza univariado con temporadas (seca y de lluvia) como el factor principal mediante un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las diferencias en la composición bioquímica entre las especies vegetales consumidas por las cabras se determinaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y un diseño completamente al azar con tres repeticiones considerando como fuente de variación las especies consumidas.

El programa Statistica® v. 13.5 (TIBCO® Software Inc., 2018) se utilizó para analizar los datos de todas las variables evaluadas. La homogeneidad de varianza se determinó mediante la prueba de Box-test de Bartlett. La prueba de Tukey HSD se utilizó para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios de cada variable de respuesta y se utilizaron dos valores de p para probar la significancia, $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

Los datos de cada variable de respuesta corresponden al promedio y al error estándar. El modelo estadístico utilizado fue $y_{ij} = \mu + s_i + \varepsilon_{ij}$; donde y_{ij} es la variable de respuesta cuantitativa, μ es la media general, s_i las temporadas del año o las especies vegetales según corresponda; ε_{ij} el error experimental aleatorio.

RESULTADOS

Calidad de la leche de cabras

El contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos de la leche de cabras en pastoreo en un sistema extensivo en Baja California Sur, mostraron diferencias significativas entre las temporadas del año, con valores superiores en lluvias respecto a seca (Tabla 1).

Tabla 1. Calidad de leche de cabras a través de las temporadas del año (seca y lluvia) alimentadas en un sistema de producción extensivo de libre pastoreo.

Temporadas del año	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Sólidos totales (%)	Sólidos no grasos (%)
Lluvia	4.72 ± 0.27 a	3.84 ± 0.09 a	4.55 ± 0.04a	15.66 ± 0.42 a	10.45 ± 0.16 a
Seca	3.34 ± 0.22 b*	3.27 ± 0.06 b	4.35 ± 0.02 b	12.63 ± 0.34 b	9.07 ± 0.12 b

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

Composición proximal de las especies vegetales consumidas

El contenido de humedad, cenizas, lípidos, fibra cruda y energía de las especies vegetales que consumieron las cabras y que representa la dieta principal en el sistema de pastoreo extensivo, mostraron diferencias significativas entre las temporadas del año, mientras que, el contenido de proteínas y el extracto libre de nitrógeno, no mostraron diferencias significativas.

El contenido de humedad, cenizas y lípidos de las especies vegetales, mostraron valores superiores en la temporada de lluvia, mientras que, la fibra cruda y la energía mostraron valores superiores en la temporada seca (Tabla 2). Si bien el contenido de proteínas no mostró diferencias significativas, los resultados mostraron que, el contenido de proteína de las especies vegetales se incrementó ligeramente en la temporada seca, al igual que el extracto libre de nitrógeno (Tabla 2; $P > 0.05$).

Tabla 2. Composición proximal de las especies vegetales consumidas por las cabras en un sistema de producción extensivo de libre pastoreo en dos temporadas del año (seca y lluvia).

Temporadas del año	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)	Energía (cal g ⁻¹)
Lluvia	7.21 ± 0.39a*	12.93 ± 1.63a	13.00 ± 0.61a	3.50 ± 0.30a	14.20 ± 1.17b	56.34 ± 1.75a	4332.52 ± 118.72b
Seca	5.58 ± 0.23b	7.15 ± 0.42b	14.99 ± 0.67a	2.26 ± 0.15b	18.75 ± 0.76a	56.83 ± 1.14a	4561.88 ± 47.86a

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

Composición proximal de la dieta basada en especies vegetales del agostadero

En la Tabla 3 se presentan los datos de la composición proximal de la dieta de las cabras basada en especies vegetales consumidas en el agostadero en un sistema de pastoreo extensivo. Para la temporada de lluvia las especies que se identificaron como las preferidas y consumidas por las cabras fueron, *Ferocactus* spp, *Jatropha cuneata*, *Lycium brevipes*, *Celtis reticulata*, *Acacia farnesiana*, *Lippia palmeri*, *Fouquieria diguetii*, *Ruellia californica*, *Bursera microphylla* y *Acacia brandegeana*, mientras que, las especies vegetales que se identificaron como las preferidas y consumidas por las cabras en la temporada seca fueron; *Cercidium microphyllum*, *Stenocereus thurberi*, *Jatropha cinerea*, *Acacia peninsularis*, *Cercidium X sonora*, *Pithecellobium confine*, *Cercidium floridum*, *Pachycereus pringlei*, *Phrygilanthus sonora*, *Opuntia cholla*, *Lysiloma candida*, *Pithecellobium confine*, *Prosopis palmeri*, *Cercidium praecox* y *Rosella tinctoria*. El contenido de humedad, cenizas, lípidos, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y energía, mostró diferencias significativas entre las especies vegetales que componen la dieta de las cabras en el sistema de producción. La especie *Ferocactus* spp. mostró el contenido mayor de humedad, seguido por *Lycium brevipes*, mientras que el contenido de humedad menor lo presentaron *Acacia peninsularis* y *Rosella tinctoria*. En relación con el contenido de cenizas, *Lycium brevipes* mostró el contenido mayor seguido de *Ruellia californica*, mientras que, el contenido menor de cenizas lo presentó *Rosella tinctoria*. El contenido mayor de proteína se presentó en *Cercidium floridum* (25.70%) y *Opuntia cholla* (4.84%) mostró el menor contenido. El contenido de

lípidos fue mayor en las especies *Jatropha cuneata*, *Celtis reticulata*, *Fouquieria diguetii*, *Cercidium floridum* y *Lysiloma candida*, mientras que, *Stenocereus thurberi* presentó el contenido menor de lípidos. Las especies que mostraron un contenido mayor de fibra fueron *Pachycereus pringlei*, *Lysiloma candida* y *Prosopis palmeri* ($P < 0.05$), siendo menor en la especie *Rosella tinctoria*. En relación con el contenido de extracto libre de nitrógeno la especie con el contenido mayor fue *Rosella tinctoria* seguido por *Fouquieria diguetii* y con el contenido menor fue *Lycium brevipes*. Los valores mayores de energía se presentaron en las especies *Acacia brandegeana*, *Phrygilanthus sonora* y *Prosopis palmeri*, mientras que *Lycium brevipes* mostró los valores menores de energía.

Tabla 3. Composición proximal de 24 especies del agostadero consumidas por las cabras en un sistema de producción extensivo de libre pastoreo.

Especies	Temporada	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Fibra cruda (%)	ELN (%)	Energía (cal g ⁻¹)
<i>Acacia peninsularis</i>	Sequía	2.72 ± 0.0987 ^h	8.71 ± 0.2331 ^{fg}	13.27 ± 0.0520 ^{defgh}	1.54 ± 0.0057 ^d	15.99 ± 0.1457 ^{defgh}	60.474 ± 0.1617 ^{bcdef}	4671.830 ± 16.11 ^{abcdeh}
<i>Rosella tinctoria</i>	Sequía	2.90 ± 0.0472 ^h	3.58 ± 0.0230 ^k	6.83 ± 0.0440 ^{ij}	1.28 ± 0.0305 ^d	2.31 ± 0.0750 ^f	85.976 ± 0.1128 ^a	4266.840 ± 6.19 ^{defghi}
<i>Jatropha cinerea</i>	Sequía	3.48 ± 0.0737 ^{gh}	19.02 ± 0.2069 ^e	9.65 ± 0.1489 ^{ghij}	1.33 ± 0.1069 ^d	15.42 ± 0.2507 ^{defgh}	54.558 ± 0.2800 ^{cdefg}	3767.223 ± 9.19 ⁱ
<i>Cercidium X sonora</i>	Sequía	3.92 ± 0.0504 ^{gh}	6.05 ± 0.0202 ^{hij}	20.66 ± 0.0940 ^{bc}	2.16 ± 0.0115 ^{cd}	21.46 ± 0.1997 ^{bcde}	49.647 ± 0.2195 ^{efg}	4556.387 ± 23.19 ^{bcdefgh}
<i>Prosopis palmeri</i>	Sequía	4.35 ± 0.5878 ^e	5.51 ± 0.2675 ^{hijk}	19.55 ± 0.9253 ^{bc}	2.50 ± 0.0801 ^{bcd}	23.50 ± 0.4686 ^{abc}	48.903 ± 1.3824 ^{fg}	4862.238 ± 92.20 ^{abc}
<i>Phrygilanthus sonora</i>	Sequía	5.47 ± 0.1291 ^{defgh}	5.36 ± 0.0617 ^{ijk}	10.32 ± 0.1766 ^{ghi}	1.48 ± 0.0622 ^d	21.45 ± 0.2598 ^{cde}	61.373 ± 0.5384 ^{bcde}	4962.213 ± 20.71 ^{abc}
<i>Pithecellobium confine</i>	Sequía	5.68 ± 0.7753 ^{cdefgh}	6.77 ± 0.2051 ^{hi}	16.65 ± 0.4409 ^{cd}	1.66 ± 0.3257 ^d	14.31 ± 0.7809 ^{efghij}	60.581 ± 1.4161 ^{bcde}	4675.133 ± 42.57 ^{abcde}
<i>Acacia farnesiana</i>	Lluvia	6.06 ± 0.2778 ^{cdefgh}	5.32 ± 0.4373 ^{jk}	16.84 ± 0.6930 ^{bcd}	2.68 ± 0.4531 ^{bcd}	19.03 ± 1.7418 ^{cde}	56.111 ± 3.0468 ^{cdefg}	4768.402 ± 144.58 ^{abcde}
<i>Acacia brandegeana</i>	Lluvia	6.09 ± 0.3666 ^{cdefgh}	6.42 ± 0.0893 ^{hij}	14.84 ± 0.1649 ^{def}	3.08 ± 0.8908 ^{bcd}	21.89 ± 0.9627 ^{bcd}	53.751 ± 0.6509 ^{defg}	5097.504 ± 43.59 ^a
<i>Cercidium microphyllum</i>	Sequía	6.09 ± 0.1092 ^{cdefg}	5.14 ± 0.0338 ^k	15.91 ± 0.1193 ^d	2.24 ± 0.0133 ^{cd}	22.52 ± 0.2140 ^{bcd}	54.170 ± 0.3102 ^{defg}	4429.387 ± 20.35 ^{bcdefghi}
<i>Jatropha cuneata</i>	Lluvia	6.33 ± 0.1223 ^{cdefg}	14.73 ± 0.2091 ^{de}	8.69 ± 0.0333 ^{hij}	7.08 ± 0.4496 ^a	10.46 ± 0.1135 ^{hijk}	59.016 ± 0.6736 ^{bcdefg}	4218.477 ± 26.85 ^{defghi}
<i>Fouquieria diguetii</i>	Lluvia	6.41 ± 0.0202 ^{cdefg}	7.50 ± 0.0913 ^{gh}	8.45 ± 0.0693 ^{hij}	5.16 ± 0.0200 ^{abc}	7.46 ± 0.1125 ^{kl}	71.405 ± 0.1993 ^b	4368.813 ± 11.19 ^{bcdefghi}
<i>Lysiloma candida</i>	Sequía	6.42 ± 0.0392 ^{cdefg}	6.03 ± 0.0251 ^{hij}	10.40 ± 0.0968 ^{ghi}	3.89 ± 0.0133 ^{abcd}	29.48 ± 0.1757 ^{ab}	50.184 ± 0.1577 ^{defg}	4826.753 ± 17.69 ^{abc}
<i>Bursera microphyla</i>	Lluvia	6.64 ± 0.1333 ^{cde}	16.42 ± 0.2046 ^d	11.25 ± 0.1001 ^{efghi}	2.48 ± 0.1585 ^{cd}	8.43 ± 0.0881 ^{ijkl}	61.401 ± 0.1783 ^{bcde}	4052.817 ± 16.31 ^{ghi}
<i>Ruellia californica</i>	Lluvia	6.68 ± 0.2066 ^{cde}	22.48 ± 0.6269 ^b	13.62 ± 0.0808 ^{defg}	2.70 ± 0.0578 ^{bcd}	10.73 ± 0.0887 ^{ghijk}	50.448 ± 0.6545 ^{defg}	3752.947 ± 23.87 ⁱ
<i>Cercidium praecox</i>	Sequía	6.77 ± 0.1217 ^{cde}	6.38 ± 0.0638 ^{hij}	20.72 ± 0.0497 ^{bc}	2.60 ± 0.0883 ^{bcd}	18.69 ± 0.0683 ^{cdefg}	51.582 ± 0.0669 ^{defg}	4442.867 ± 21.32 ^{bcdefghi}
<i>Celtis reticulata</i>	Lluvia	6.87 ± 0.0176 ^{bcde}	8.91 ± 0.1217 ^{fg}	14.84 ± 0.0776 ^{def}	5.59 ± 0.0351 ^{ab}	6.77 ± 0.1245 ^{kl}	63.870 ± 0.3166 ^{bcde}	4574.360 ± 17.76 ^{abcdefg}
<i>Cercidium floridum</i>	Sequía	6.98 ± 0.1516 ^{bcde}	5.48 ± 0.0731 ^{hijk}	25.70 ± 0.2236 ^a	4.03 ± 0.0638 ^{abcd}	18.47 ± 0.1775 ^{defgh}	46.300 ± 0.1929 ^{gh}	4638.223 ± 11.57 ^{abcdefg}
<i>Stenocereus thurberi</i>	Sequía	7.04 ± 0.1155 ^{bcde}	10.24 ± 0.0926 ^f	7.00 ± 0.0371 ^{ij}	1.18 ± 0.0230 ^d	13.95 ± 0.1301 ^{fghijk}	67.615 ± 0.1186 ^{bc}	4117.233 ± 10.38 ^{fghi}
<i>Opuntia cholla</i>	Sequía	7.41 ± 0.0200 ^{bcde}	13.74 ± 0.1598 ^e	4.84 ± 0.1373 ^j	1.84 ± 0.0088 ^{cd}	12.06 ± 0.1877 ^{fghijk}	67.498 ± 0.0781 ^{bc}	3843.133 ± 27.90 ^{hi}
<i>Pachycereus pringlei</i>	Sequía	8.10 ± 0.0808 ^{bcd}	8.74 ± 0.0656 ^{fg}	9.55 ± 0.1728 ^{ghij}	0.93 ± 0.0260 ^d	30.13 ± 0.1947 ^a	50.624 ± 0.3956 ^{defg}	4084.220 ± 21.76 ^{ghi}
<i>Lippia palmeri</i>	Lluvia	8.75 ± 0.0635 ^{bc}	15.51 ± 0.3351 ^{de}	9.58 ± 0.0173 ^{ghij}	3.25 ± 0.0491 ^{bcd}	12.29 ± 0.1519 ^{fghijk}	59.349 ± 0.2062 ^{bcdef}	4180.757 ± 6.55 ^{fghi}
<i>Lycium brevipes</i>	Lluvia	10.51 ± 0.1662 ^{ab}	39.74 ± 0.5189 ^a	16.44 ± 0.0726 ^d	2.67 ± 0.0317 ^{bcd}	7.12 ± 0.0536 ^{kl}	34.017 ± 0.5338 ^h	2656.007 ± 22.29 ⁱ
<i>Ferocactus spp.</i>	Lluvia	12.98 ± 0.1732 ^a	5.76 ± 0.0723 ^{hij}	8.09 ± 0.1955 ^{ij}	3.25 ± 0.0545 ^{bcd}	18.93 ± 0.1446 ^{cdef}	63.944 ± 0.1245 ^{bcd}	4100.727 ± 8.50 ^{fghi}

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

DISCUSIÓN

Calidad de la leche de cabras

En relación con la calidad de la leche de cabra, Peña-Avelino *et al.* (2023) describen que, el contenido de grasa de cabras criollas en el norte de México en un sistema de pastoreo extensivo en diferentes alturas fue distinto en relación con el factor altura, mostrando valores de 4.38, 4.53 y 4.60% en la zona baja, alta y de montaña, respectivamente. En el presente estudio, el contenido de grasa fue mayor en la temporada de lluvia, con valores superiores respecto al estudio de Peña-Avelino *et al.* (2023), lo cual es importante sobre todo si se considera que, las condiciones climatológicas del sitio del presente estudio se clasifican como adversas para la producción animal. Este resultado puede atribuirse a la composición de la dieta, en particular a la cantidad y composición de la grasa que influye en el contenido de grasa de la leche de acuerdo con Vega *et al.* (2007).

El contenido de proteína fue superior en ambas temporadas de lluvia y seca en relación con los valores de proteína reportados por Aguirre *et al.* (2024) quienes mostraron valores de 3.0% de proteína en leche de cabras en un sistema extensivo de bosque estacional seco en el sur de Ecuador. Al respecto, Gharibi *et al.* (2020) señalan que, las cabras desempeñan un papel importante en la producción de leche y proveen valiosos alimentos para prevenir el hambre y desnutrición en los países en desarrollo. El aumento de proteína en la época de lluvias se atribuye a un aumento en el consumo de alimento de acuerdo con Maldonado *et al.* (2017). Los resultados del contenido de lactosa en leche mostraron valores superiores a los reportados por Aguirre *et al.* (2024) siendo uno de los factores principales de estas diferencias, el tipo de especies de las cuales se alimentan las cabras en cada una de las zonas de estudio.

El contenido de sólidos totales en la leche que también fue superior en la temporada de lluvia, también supera los resultados mostrados por Salinas-González *et al.* (2015) quienes reportan valores promedio de 13.14% de sólidos totales en leche de cabras en la Comarca Lagunera, México. En relación con los sólidos no grasos, en ambas temporadas lluvia y seca, los valores son superiores a los descritos por Salinas-González *et al.* (2015) que reportaron valores promedio de 7.41% de sólidos no grasos en leche de cabras. Los resultados son similares a los reportados por Salgado-Beltrán *et al.* (2023) que encontraron diferencias significativas entre temporadas del año respecto a la calidad de la leche de cabra en pastoreo, siendo en la temporada de lluvia donde se presentaron valores superiores de sólidos no grasos.

Composición proximal de la dieta basada en especies vegetales del agostadero

La composición bioquímica de las especies vegetales que consumen las cabras en pastoreo en un sistema extensivo, mostro diferencias significativas ($p \leq 0.05$) tanto en las temporadas del año, así como entre especies vegetales. Los resultados indican que algunas especies mostraron contenidos bajos de humedad y como se esperaba, en la temporada de lluvia, el contenido de humedad se incrementó en las especies muestreadas.

En relación con el contenido de cenizas, Dutta *et al.* (2020) reportaron valores entre 8.37 y 15.49% en diferentes especies vegetales que consumen las cabras en pastoreo en la región de la llanura indo-gangética. Estos resultados son similares a los del presente estudio. Al comparar los datos por especie, Dutta *et al.* (2020) mostraron que *Vigna sinensis* presentó el contenido mayor de cenizas

mientras que, en el presente estudio, *Lycium brevipes* (Familia Solanácea) mostró un valor alto en relación con el resto de las especies y superior con respecto a *V. sinensis*.

El contenido de proteína en el forraje se incrementó ligeramente en la temporada seca debido al consumo de vainas, al igual que el extracto libre de nitrógeno. Al respecto, Ortega-Pérez *et al.* (2023) reportaron diferencias en el contenido de proteínas en la dieta de cabras en un sistema de producción intensivo, reportando en la temporada seca valores de 9.31%, los cuales son inferiores a los obtenidos en la presente investigación en la temporada seca, cuyo valor promedio fue de 14.99%. Por su parte, Allegretti *et al.* (2012) al evaluar la composición botánica de la dieta y la preferencia de especies de cabras en pastoreo en diferentes estados fisiológicos en las estaciones de otoño e invierno en un pastizal desértico en la región noreste de Mendoza en Argentina, encontraron que las cabras lactantes en invierno consumieron más *Atriplex lampa* en comparación con la dieta de las cabras secas. Este resultado se lo atribuyeron al contenido alto de proteína cruda de la planta, siendo la disponibilidad de forraje el factor principal que influyó en la selección de la dieta en este ambiente árido y, cuando la disponibilidad de alimento no fue un factor limitante, las cabras seleccionaron una dieta que coincidía más estrechamente con sus requisitos nutricionales. El estado fisiológico modificó los requerimientos de nutrientes y afectó la selección de la dieta, porque las cabras preñadas y lactantes seleccionaron especies forrajeras con altos contenidos de proteína.

En el presente estudio, *Cercidum floridum* (Familia Fabaceae) mostró el contenido mayor de proteína (25.70%), siendo superada por la especie con mayor contenido descrita por Allegretti *et al.* (2012) lo cual se atribuye a la capacidad que tienen las cabras de seleccionar especies vegetales que cubran de mayor manera sus requerimientos nutricionales. Al respecto, Ramírez-Bribiesca *et al.* (2023) mencionan que, el consumo de las vainas de las especies forrajeras por parte de las cabras en pastoreo es estratégico por el alto contenido de proteína cruda. En relación con el contenido de lípidos, Hozza *et al.* (2013) reportaron heno y pastos consumidos por cabras de 5.5 y 6.6% de extracto etéreo respectivamente. En el presente estudio, *Jatropha cuneata* (Euphorbiaceae) obtuvo el valor más elevado de lípidos, siendo superior a los valores reportados por Hozza *et al.* (2013). En el estudio de Dutta *et al.* (2023) describieron a *Vigna sinensis* como la especie vegetal con mayor extracto etéreo que consumen los cabritos en crecimiento. En cuanto a fibra Allegretti *et al.* (2012) reportaron especies vegetales consumidas por cabras con valores superiores a los de esta investigación, los cuales oscilaron entre 30 y 70%, mientras que, de las especies en el presente estudio, *Pachycereus pringlei* (Cactaceae) mostró el valor más alto de fibra cruda con 30.13%, mientras que, Allegretti *et al.* (2012) reportaron a *Lycium* spp. como la especie con mayor contenido de fibra cruda con 70%. Respecto a la energía, Rua *et al.* (2017) reporta valores de energía bruta en forrajes ofrecidos en un sistema de producción semi intensivo en una zona de bosque seco tropical que oscilan de 3620 a 4101, en esta investigación se encontraron valores de energía en las especies forrajeras que consumen las cabras en pastoreo en las diferentes temporadas del año de 4962 para *Phrygilanthus sonora* y 2626 para *Lycium brevipes*. Al observar los datos por temporadas del año, en ambas (sequía y lluvia) se observan valores superiores, lo que se atribuye a que las especies forrajeras disponibles en el agostadero de la región son un buen aporte energético para los animales que los consumen.

En el presente estudio, fueron evidentes las diferencias en la composición bioquímica de las especies entre las dos temporadas, lo cual coincide con lo reportado por Ramírez-Bribiesca *et al.* (2023) quienes determinaron que, el número de especies forrajeras disminuyó en la temporada seca y su composición bioquímica difiere entre las temporadas seca y lluvia. De acuerdo con Armenta-Quintana *et al.* (2010) el patrón alimenticio de las cabras en pastoreo puede indicar una estrategia de los animales para la conservación del forraje, lo cual es similar a lo encontrado en el presente estudio, que se debe a la variedad de las especies y ubicación geográfica, pues si bien existe una diferencia entre los valores por temporadas del año, los resultados de la temporada seca no son tan bajos, lo cual se atribuye a la capacidad que poseen las cabras para seleccionar su alimento.

CONCLUSIONES

La calidad de la leche de cabra mostró valores mayores en la temporada de lluvia en cuanto a grasa (4.72%) y (10.45%) de sólidos no grasos. El contenido nutricional de las principales especies vegetales que consumen las cabras en un sistema extensivo en el área de estudio, mostró diferencias entre las temporadas del año (lluvia y seca) así como por especies vegetales consumidas por las cabras; estas ofrecen un aporte nutricional importante para los animales en el agostadero. Estos resultados se exhiben en la calidad de la leche de cabra analizada por temporada del año, siendo la temporada de lluvia la que presentó valores mayores; lo cual es de importancia para los productores de la región. Con base en estos resultados es posible ofrecer productos y subproductos de origen lácteo caprino de mejor calidad.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al extinto CONAHCYT (hoy Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación) por el apoyo recibido para realizar una estancia posdoctoral en el CIBNOR por un periodo de 36 meses.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

Aguirre E, Armijos D, Bustillos R, Puchaicela M, Ávila A, Pineda P, Riofrío J (2024) Milk composition of the creole goat in an extensive husbandry environment in a seasonally dry forest of southern Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 27(1): 1-8. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5019>

- Allegretti L, Sartor C, Paez-Lamaa S, Egea V, Fucili M, Passera C (2012) Effect of the physiological state of criollo goats on the botanical composition of their diet in NE Mendoza, Argentina. *Small Ruminant Research* 103(2-3): 152-157. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.018>
- Armenta-Quintana JA, Ramírez-Orduña R, Ramírez R, Hernández C, Ramírez-Orduña J, Cepeda-Palacios R, (2009) Similarity indices of a sarcocaullescent scrubland and browsing goats diet in northwest mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 11(1): 81-86.
- Armenta-Quintana JA, Ramírez-Orduña R, Ramírez-Lozano R (2010) Utilización del forraje y selección de la dieta por cabras pastando en un matorral sarcocaullescente en el noroeste de México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(1): 163-171. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.110>
- Bedoya-Mejía O, Rosero NR, Posada LS (2012) Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ASOCABRA y la Universidad de Antioquia. <https://repository.unilissallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/0778f67a-f55c-485b-8a51-b03594c7fe0f/content>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2025.
- Charpentier A, Delagarde R (2018) Milk production and grazing behaviour responses of Alpine dairy goats to daily access time to pasture or to daily pasture allowance on temperate pastures in spring. *Small Ruminant Research* 162: 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.03.004>
- Colonna MA, Rotondi P, Selvaggi M, Caputi- Jambrenghi A, Ragni M, Tarricone S (2020) Sustainable rearing for kid meat production in Southern Italy marginal areas: a comparison among three genotypes. *Sustainability* 12: 6922-6936. <https://doi.org/10.3390/su12176922>
- Dayenoff P, Macario J, Kotani I, Roberi J, Gorrachategui M, Nicolás A, Bolaño M (2023) Calidad forrajera de la ingesta caprina, en la meseta central del sur de Mendoza (Argentina). *Ciencia Veterinaria* 25(2): 124-136. <https://doi.org/10.19137/cienvet2023>
- Dutta TK, Das A, Tripathi P, Dular R (2020) Effect of concentrate supplementation on growth, nutrient availability, carcass traits and meat quality in barbari kids reared under semi-intensive and intensive systems. *Animal Nutrition and Feed Technology* 20(2): 267- 278. <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2020.00024.4>
- Dutta TK, Mamta, Chatterjee A, Bhakat C, Mandal DK, Rai S (2023) Effect of different levels of concentrate supplementation on feed intake, growth performance, carcass traits and composition in finisher Barbari kids reared under intensive system. *The Indian Journal of Animal Sciences* 93(1): 82-89. <https://doi.org/10.56093/ijans.v93i1.127288>
- García de Miranda E (1986). *Apuntes de Climatología*. 5a. Ed. México, D.F., Talleres de Offset Larios S.A. 156p.
- Gharibi H, Rashidi A, Jahani-Azizabadi H, Mahmoudi P (2020) Evaluation of milk characteristics and fatty acid profiles in Markhoz and Kurdish hairy goats. *Small Ruminant Research* 192(1): 106195. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106195>
- Hozza WA, Kifaro GC, Safari JG, Mushi DE (2013) Effect of concentrate supplementation levels on growth and slaughter characteristics of SEA and SEA × Norwegian goats under on-farm conditions. *Tropical Animal Health and Production* 45(8): 1789-1794. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0436-x>
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1995) *Síntesis Geográfica del Estado de Baja California Sur*. 52p.
- Kondyli E, Svarnas C, Samelis J, Katsiari MC (2012) Chemical composition and microbiological quality of ewe and goat milk of native Greek breeds. *Small Ruminant Research* 103(2-3): 194-199. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.043>

- León de la Luz JL, Medel-Narváez A, Domínguez-Cadena R (2021) Flora iconográfica de Baja California Sur. Tercera Impresión Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 287p.
- Little TM, Hills FJ (1989) Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. 270p.
- Lugassi R, Chudnovsky A, Zaady E, Dvash L, Goldshleger N (2015) Estimating pasture quality of fresh vegetation based on spectral slope of mixed data of dry and fresh vegetation-Method development. Remote Sensing 7: 8045–8066. <https://doi.org/10.3390/rs70608045>
- Maldonado J, Granados L, Hernández O, Pastor F, Isidro L, Salinas H, Torres G (2017) Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia 9: 55-75. <https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.728>
- Martínez M, Pérez H, Pérez A, Carrion P, Gómez C (2012) Nutrient limits in diets for growing dairy goats. Archivos de Medicina Veterinaria 44(1): 13-20. <http://doi.org/10.4067/S0301-732X2012000100003>
- Mellado M (2016) Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. The Rangeland Journal 38: 331-341. <https://doi.org/10.1071/RJ16002>
- Ngwa AT, Pone DK, Mafeni JM (2000) Feed selection and dietary preferences of forage by small ruminants grazing natural pastures in the Sahelian zone of Cameroon. Animal Feed Science and Technology 88(3): 253-266. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00215-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00215-7)
- Ortega-Pérez R, Toyas-Vargas E, Espinoza-Villavicencio JL, Palacios-Espinosa A, Montes-Sánchez JJ, Murillo-Amador B (2023) Fatty acid content of Creole-Nubia goat milk with different seasonal diets in an intensive feeding system in an arid region. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia 40: 1-6. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v40.n1.08](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v40.n1.08)
- Peña-Avelino LY, Ceballos-Olvera I, Rosales-Martínez GN, Hernández-Meléndez J, Alva-Pérez J (2023) Milk composition of creole goats raised at Different altitudes in an extensive production system in Northeast Mexico. Animals 13: 1-13. <https://doi.org/10.3390/ani13111738>
- Ramírez-Briebesca JE, López-Ojeda JC, Robles-Soriano R, López-Garrido SF (2023) Identification and chemical composition of forage resources consumed by goats in the Mixteca region of Oaxaca, Mexico. Agrociencia 57(3): 454-475. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i3.2917>
- Rúa BC, Rosero NR, Posada OS (2017) Effect of production system on milk production and food consumption in goat. Revista MVZ Córdoba 22(3): 6266-6275. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1131>
- Safari J, Mushi D, Kifaro G, Mtenga L, Eik L (2011) Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. Animal Feed Science and Technology 164: 62-70. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.004>
- Salgado-Beltrán VA, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Armenta Quintana JÁ, Aguilera N, Ortega-Pérez R (2024) Composición bioquímica y mineral de especies vegetales consumidas por cabras en tres temporadas del año. Revista MVZ Córdoba 29(1): 1-8. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3328>
- Salgado-Beltrán VA, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Montes-Sánchez JJ, Aguilera N, Ortega-Pérez R (2023) Seasonal quality of milk from Creole grazing goats, stabled Saanen and French-Alpine goats. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 36(2): 80-88. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v36n2a3>
- Salinas-González H, Maldonado A, Torres-Hernández G, Triana-Gutiérrez M, Isidro-Requejo M, Meda-Alducin P (2015) Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 14(2): 175-184. <https://doi.org/10.5154/r.rchsa.2015.08.008>
- SIAP (2024) Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/. Fecha de consulta: 15 de enero de 2025.
- Steel GD, Torrie JH (1995) Bioestadística. Principios y procedimientos. Ed. McGraw Hill. México. 622p.

- Vega S, Gutiérrez R, Ramírez A, González M, Díaz-González G, Salas J, González C, Coronado M, Schettino B, Alberti A (2007) Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista de Salud Animal* 29(3): 160-166.
- Velásquez-Vélez R, Pezo D, Skarpe C, Ibrahim M, Mora J, Benjamín T (2009) Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas seminaturales en Muy Muy, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 47(1): 51-60.
- Yangilar F (2013) As a potentially functional food: Goats' milk and products. *Journal of Food and Nutrition Research* 1(4): 68-81. <https://doi.org/10.12691/jfnr-1-4-6>