

## Calidad forrajera, variables hematológicas y niveles séricos de minerales en cabras de un establecimiento del oeste de La Pampa

Forage quality, hematological variables and serum minerals status in goats from a farm in western of La Pampa

Qualidade da forragem, variáveis hematológicas e níveis séricos de minerais em cabras de uma fazenda no oeste de La Pampa

Kotani ID<sup>1</sup>, Dayenoff P<sup>1</sup>, Pechín GH<sup>1</sup>, Genero GA<sup>1</sup>, Gerena A<sup>1</sup>, Denda SS<sup>1</sup>, Giménez ME<sup>1</sup>, Sánchez J<sup>1</sup>, Cofré C<sup>2</sup>, Savio M<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Pampa. Calle 5 esq. 116, General Pico, La Pampa. Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Av. Uruguay 151. Santa Rosa, La Pampa, Argentina

Kotani ID: <https://orcid.org/0009-0004-6042-067X>  
Dayenoff P: <https://orcid.org/0009-0002-6394-0860>  
Pechín G: <https://orcid.org/0000-0001-7341-5897>  
Genero G: <https://orcid.org/0000-0001-5084-2407>  
Denda SS: <https://orcid.org/0000-0002-1994-9115>  
Giménez ME: <https://orcid.org/0000-0003-4022-3092>  
Sanchez J: <https://orcid.org/0009-0008-2637-8964>  
Cofré C: <https://orcid.org/0000-0002-4279-8212>  
Savio M: <https://orcid.org/0000-0002-7054-3153>

Correo electrónico: [ignacio\\_kotani@hotmail.com](mailto:ignacio_kotani@hotmail.com)  
DOI: <https://doi.org/10.19137/cienvet202426202>

Fecha de recepción: 24 de octubre de 2023

Fecha de aceptado para su publicación: 22 de mayo de 2024

---

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad forrajera de la ingesta caprina en un establecimiento del departamento de Limay Mahuida, La Pampa, en diferentes momentos del año, junto con parámetros hematológicos y niveles séricos de minerales de las cabras



en pastoreo. Para ello, se simuló la ingesta temporal utilizando como base los resultados de trabajos realizados previamente. Se realizaron 5 simulaciones por estación y en cada una de ellas se analizó el contenido en porcentaje, de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), base materia seca (MS). También se evaluó la calidad del agua de bebida. En cada estación del año, se tomaron muestras de sangre de 15 cabras adultas para determinar las variables hematológicas y la concentración sérica de calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), cobre (Cu) y T<sub>4</sub> libre (T<sub>4</sub> L). La menor concentración de FDA (34,5%) correspondió a primavera. Los mayores niveles de PB de la ingesta se observaron en invierno y primavera. Los valores promedio en agua de bebida fueron 4.764 mg de sales totales/l, sulfatos: 1.662 mg/l, Ca: 659 mg/l y sodio (Na): 437 mg/l. Con respecto a los minerales en suero, pueden destacarse menores niveles de P y mayores niveles de Cu en verano y menores concentraciones de Mg en otoño y primavera, pero sin indicar situaciones de deficiencia mineral. Puede concluirse que, a juzgar por los parámetros evaluados, la ingesta de alimento permitió cubrir los requerimientos en las distintas etapas fisiológicas.

**Palabras clave:** Calidad forrajera, Cabras, Oeste de La Pampa

### *Abstract*

The objective of this work was to evaluate the forage quality of goat intake in an establishment in the department of Limay Mahuida, La Pampa, at different times of the year, together with hematological parameters and serum levels of minerals of grazing goats. To do this, temporary ingestion was simulated using the results of previously carried out work as a basis. Five simulations were carried out per station and in each of them the content of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), dry matter (DM) basis, was analyzed. The quality of drinking water was also evaluated. In each season of the year, blood samples were taken from 15 adult goats to determine hematological variables and serum concentration of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), copper (Cu) and free T<sub>4</sub> (T<sub>4</sub> L). The lowest ADF concentration (34.5%) corresponded to spring. The highest levels of CP intake were observed in winter and spring. The average values in drinking water were 4,764 mg of total salts/l, sulfates: 1,662 mg/l, Ca: 659 mg/l and (sodium) Na: 437 mg/l. With respect to minerals in serum, lower levels of P and higher levels of Cu can be highlighted in summer and lower concentrations of Mg in autumn and spring, but without indicating situations of mineral deficiency. It can be concluded that the goat intake, allowed the requirements in the different physiological stages to be covered.

**Key words:** Frage quality, Goats, West of La Pampa

### *Resumo*

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da forragem consumida por cabras em um estabelecimento do departamento de Limay Mahuida, La Pampa, em diferentes épocas

do ano, juntamente com parâmetros hematológicos e níveis minerais séricos de cabras em pastejo. Para isso, simulou-se a ingestão temporária utilizando como base os resultados de trabalhos realizados anteriormente. Foram realizadas 5 simulações por estação e em cada uma delas foi analisado o teor percentual de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), com base na matéria seca (MS). A qualidade da água potável também foi avaliada. Em cada estação do ano, foram coletadas amostras de sangue de 15 cabras adultas para determinação das variáveis hematológicas e da concentração sérica de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), cobre (Cu) e T4 livre (T4 L). ). A menor concentração de FDA (34,5%) correspondeu à primavera. Os maiores níveis de consumo de PB foram observados no inverno e na primavera. Os valores médios na água potável foram de 4.764 mg de sais totais/l, sulfatos: 1.662 mg/l, Ca: 659 mg/l e sódio (Na): 437 mg/l. Com relação aos minerais no soro, podem ser destacados níveis mais baixos de P e níveis mais elevados de Cu no verão e menores concentrações de Mg no outono e na primavera, mas sem indicar situações de deficiência mineral. Pode-se concluir que, a julgar pelos parâmetros avaliados, a ingestão alimentar permitiu atender às exigências nas diferentes fases fisiológicas.

**Palavras-chave:** Qualidade da forragem, Caprinos, Oeste de La Pampa

---

## Introducción

La provincia de La Pampa cuenta con 82.931 cabezas de ganado caprino<sup>(1)</sup>, la mayoría de las cuales se encuentran en la zona oeste, en los departamentos de Chical C6, Puel6n, Chalileo, Limay Mahuida y Curac6<sup>(2)</sup>.

La regi6n se caracteriza por un clima 6rido a semi6rido con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 200 y 400 mm, siendo la vegetaci6n un arbustal donde predomina la jarilla (*Larrea divaricata*) y con baja densidad de gram6neas; cabe destacar la existencia de las depresiones con suelos salinos, muy amplias en la cuenca del r6o Chadileuv6 donde hay presencia de componentes hal6filos, tanto arbustos como gram6neas<sup>(3)</sup>.

La calidad nutricional de la oferta forrajera de las zonas 6ridas y semi6ridas var6a ampliamente de acuerdo al estado vegetativo de las plantas, ya que los niveles de prote6na bruta (PB) y digestibilidad de la materia seca (DMS) disminuyen a medida que avanza el estado fenol6gico<sup>(4,5,6)</sup>. Sin embargo, los caprinos poseen una alta capacidad de selecci6n, que, sumado al h6bito de ramoneo de arbustos, le permiten mantener una cierta estabilidad en la calidad de la ingesta frente a la variaci6n en la composici6n nutricional del forraje disponible.<sup>(7,8,9)</sup>

Aunque existen datos acerca de la composici6n nutricional de las gram6neas y arbustos que componen la ingesta de las cabras en la provincia de La Pampa<sup>(10,11)</sup>, resulta de inter6s continuar indagando en este tema debido a la heterogeneidad flor6stica de la zona y la variabilidad interanual de las condiciones clim6ticas.

Por otro lado, las deficiencias minerales pueden representar importantes limitantes para la producci6n caprina en varias regiones de nuestro pa6s. Las m6s

importantes son la deficiencia de iodo<sup>(12,13)</sup> y de Cu<sup>(14)</sup>, siendo sus formas clínicas más típicas el bocio y la ataxia enzoótica en cabritos, respectivamente.

En relación a ello, en la provincia de La Pampa se registran antecedentes de ambas deficiencias<sup>(15)</sup>, aunque existen pocos trabajos publicados sobre el tema.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición nutricional de la ingesta caprina en un establecimiento representativo de la zona productiva del oeste de La Pampa y evaluar las variables hematológicas y los niveles séricos de minerales en cabras adultas que pastoreaban en el mismo.

---

## *Materiales y Métodos*

El trabajo se desarrolló en un establecimiento de la zona de Paso Maroma, situado al NO del departamento Limay Mahuida, provincia de La Pampa (36° 51' 2" latitud Sur, 66° 59' 49" longitud Oeste).

Para la simulación de la ingesta de las cabras se tomaron los resultados del trabajo de Caballero y Fritz,<sup>(10)</sup> autores que utilizaron para su determinación la técnica de micro-histología de heces.

Para la evaluación de la calidad forrajera se consideraron las especies vegetales que presentaban un valor por encima del 2 % de la ingesta total, base MS, realizando 5 simulaciones por estación.

La toma de muestra de las especies vegetales se realizó en forma manual, una vez en cada estación: verano (8/3/2021), otoño (13/6/2021), invierno (19/8/2021) y primavera (20/10/2021).

El estudio por simulación manual realizado en este ensayo, aplicando la técnica no cruenta propuesta por De Vries<sup>(20)</sup>, permitió estimar la composición forrajera del consumo de las cabras Criolla en pastoreo directo en un pastizal natural en la zona oeste de La Pampa

Las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta su procesamiento en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam.

De cada muestra se tomaron dos submuestras, una se secó a 100 °C en estufa de flujo continuo para la determinación de materia seca (MS) y la otra fue secada a 62 °C, para la posterior determinación del contenido de PB, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), de acuerdo a la metodología de AOAC<sup>(16)</sup>.

La DMS se estimó a partir de la concentración de FDA<sup>(17)</sup>:  $DMS (\%) = 88,9 - (0,779 \times \% FDA)$ .

La concentración de Energía Metabolizable del alimento fue estimada de acuerdo a NASEM<sup>(18)</sup>:  $EM (Mcal/kg MS) = 4,4 \times DMS (coef.) \times 0,82$ .

En cada visita al establecimiento se tomó una muestra del agua de bebida para determinar los valores de salinidad total, calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na), arsénico (As), flúor (F), cloruros y sulfatos, mediante las técnicas de AOAC<sup>(16)</sup>.

Para este trabajo, 15 cabras criollas adultas se identificaron con caravanas numeradas y fueron sangradas por punción de la vena yugular, una vez en cada estación

del año, tomando dos muestras, una muestra de 5 ml fue tratada con EDTA como anticoagulante con el objeto de evaluar variables hematológicas y otra muestra de 10 ml fue obtenida sin anticoagulante.

Para la medición del hematocrito se utilizó la técnica del tubo capilar, luego de su centrifugación a 12.000 rpm por 5 minutos.

El conteo de glóbulos rojos (GR) y blancos (GB) fue realizado en una cámara de Neubauer.

La fórmula leucocitaria relativa fue determinada por microscopía óptica a un aumento de 100 x.

La concentración de proteínas plasmáticas totales (PPT) se midió por turbidimetría.

Las submuestras de sangre obtenidas sin anticoagulante fueron centrifugadas a 2.000 rpm por 10 minutos para la obtención de una alícuota de suero, que se congeló a -20 °C hasta su procesamiento.

En suero se determinó la concentración de Ca, fósforo (P) y Mg por métodos colorimétricos (Siemens Healthcare Diagnostic Inc., Newark, USA), cobre (Cu) por espectrofotometría de emisión atómica por plasma inducido por microondas (MIP OES), con un espectrómetro marca Agilent, modelo MP 4200, y T<sub>4</sub> libre (T<sub>4</sub> L) por inmunoanálisis electroquimioluminiscente (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania).

#### **Análisis estadístico:**

El diseño experimental fue completamente aleatorizado. La composición nutricional de la ingesta fue analizada con un ANOVA de una vía y un posterior test de Tukey para la comparación de medias.

Las variables hematológicas y la concentración de minerales y T<sub>4</sub> L en suero fueron analizadas estadísticamente con un modelo de medidas repetidas, en el que se incluyó la estación del año como efecto fijo y se utilizó una matriz de covarianza autorregresiva de orden 1 para la correlación temporal entre observaciones.

---

## *Resultados*

En la Tabla 1 se presenta el estado fisiológico de las cabras del hato al momento de cada muestreo, destacando que un 60 % de los animales del establecimiento gestaron y amamantaron 2 cabritos; destacando que estaban vacías en verano, tuvieron servicio en otoño, gestaron durante el invierno y tuvieron el período de lactancia durante la primavera.

### **Tabla 1**

Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Secas	Servicio	Gestación	Lactancia

Tabla 1. Estado fisiológico de las cabras del hato en las diferentes épocas del año, al momento de las fechas de muestreo.

Los valores de la calidad forrajera de la ingesta caprina se muestran en la Tabla 2, donde se observa que el contenido de PB de la ingesta difirió en las cuatro estaciones, siendo la concentración más alta en las muestras de invierno.

Los niveles de la concentración de FDA fueron similares en verano y otoño, encontrando el mayor valor en invierno y el menor en primavera.

**Tabla 2**

Determinación	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
PB (%)	8,22 ± 0,39 <sup>b</sup>	7,68 ± 0,08 <sup>a</sup>	14,62 ± 0,08 <sup>c</sup>	12,11 ± 0,40 <sup>d</sup>
FDN (%)	71,52 ± 2,10 <sup>b</sup>	64,91 ± 1,27 <sup>a</sup>	68,96 ± 1,47 <sup>b</sup>	71,78 ± 2,47 <sup>b</sup>
FDA (%)	36,78 ± 1,02 <sup>b</sup>	36,28 ± 0,53 <sup>ab</sup>	39,56 ± 1,01 <sup>c</sup>	34,54 ± 1,23 <sup>a</sup>
DMS (%)	60,15 ± 0,79 <sup>b</sup>	60,54 ± 0,41 <sup>ab</sup>	57,98 ± 0,79 <sup>c</sup>	61,89 ± 0,96 <sup>a</sup>
EM (Mcal/kg MS)	2,17 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,18 ± 0,02 <sup>ab</sup>	2,09 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,23 ± 0,03 <sup>a</sup>

Tabla 2. Composición nutricional de la ingesta caprina (media y desvío estándar de 5 simulaciones por estación). PB= Proteína Bruta, FDN= Fibra Detergente Neutro, FDA=Fibra Detergente Ácido, DMD= Digestibilidad de la Materia Seca, EM= Energía Metabolizable. Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (test de Tukey, P<0,01).

Por otra parte, evaluando la DMS, los resultados mostraron niveles superiores en verano, otoño y primavera, respecto a invierno ( $p \leq 0,05$ ), situación que también se observa evaluando los valores de EM (Mcal/kg MS).

La concentración promedio, expresada en mg/L de minerales en el agua de bebida se expone en la Tabla 3, es de resaltar que el rebaño se abrevó durante todo el año en la misma aguada.

**Tabla 3**

Determinación	Promedio	DE
Salinidad total	4.763,8	447,9
Calcio	659,5	60,0
Magnesio	130,5	45,1

Sodio	437,2	152,6
Cloruros	760,0	157,1
Sulfatos	1.662,5	451,0
Arsénico	0,01	0,005
Flúor	0,79	0,65

Tabla 3. Parámetros químicos del agua de bebida, expresado en mg/L (promedio y desvío estándar, DE)

En la Tabla 4 se presentan los aportes de los cationes de interés nutricional (Ca, Na y Mg) del agua, calculados a partir de los consumos estimados en los diferentes estados fisiológicos y relacionados con los requerimientos diarios en esos momentos.

**Tabla 4**

		Requerimientos diarios	
Mineral	Aportes (3,5 L/d)	Mantenimiento	
Ca	2,30	1,70	
Na	1,53	0,75	
Mg	0,45	0,70	
	Aportes (4 L/d)	Gestación tardía (1) <sup>a</sup>	Gestación tardía (2)
Ca	2,60	3,90	5,60
Na	1,75	0,89	1,01
Mg	0,52	0,93	1,09
	Aportes (5 L/d)	Lactancia temprana (1)	Lactancia temprana (2)
Ca	3,30	5,20	8,60
Na	2,18	1,21	1,60
Mg	0,65	1,32	1,84

Tabla 4. Comparación entre los aportes estimados del agua de bebida y el requerimiento de minerales de las cabras (en g/d), de acuerdo con el NRC<sup>(19)</sup>, para tres estados fisiológicos. <sup>a</sup> Los números entre paréntesis indican la cantidad de cabritos lactantes

Con respecto a las variables hematológicas, se observa un efecto de la estación del año sobre las mismas ( $p \leq 0,05$ ), a excepción de los GB y Neutrófilos

Se observa un valor más bajo del hematocrito en primavera ( $p \leq 0,05$ ), en relación a las otras estaciones.

En cuanto al conteo de GR, el menor valor se encontró durante la primavera, siendo el porcentaje más elevado durante el otoño.

Las cuatro estaciones presentaron valores de GB similares, no presentando diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los momentos evaluados.

**Tabla 5**

Variable	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Hematocrito (%)	26,25 ± 2,77 <sup>a</sup>	25,40 ± 3,09 <sup>a</sup>	25,63 ± 2,52 <sup>a</sup>	22,8 ± 0,55 <sup>b</sup>
GR (millones/ $\mu$ l)	13,81 ± 2,14 <sup>ab</sup>	15,25 ± 2,51 <sup>a</sup>	12,74 ± 1,58 <sup>b</sup>	11,85 ± 2,46 <sup>b</sup>
GB (células/ $\mu$ l)	5.765 ± 1.274	5.437 ± 1.893	5.433 ± 2.303	6.386 ± 2.379
Neutrófilos (cél./ $\mu$ l)	2.635 ± 776	2.126 ± 919	2.607 ± 1.157	3.242 ± 1.329
Linfocitos (cél./ $\mu$ l)	2.741 ± 952 <sup>ab</sup>	2.979 ± 951 <sup>a</sup>	2.487 ± 1.361 <sup>b</sup>	2.926 ± 1.297 <sup>a</sup>
PPT (g/dl)	6,66 ± 0,70 <sup>a</sup>	7,45 ± 0,51 <sup>b</sup>	6,43 ± 0,56 <sup>a</sup>	6,56 ± 0,53 <sup>a</sup>

Tabla 5. Variables hematológicas de las cabras en las cuatro estaciones (promedio y desvío estándar, DE). GR= Glóbulos rojos. GB= Glóbulos blancos. PPT= Proteína Plasmática. Total Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (test de Tukey,  $P < 0,01$ )

Asimismo, la Tabla 5 muestra que, en relación con la cantidad de Neutrófilos, los valores se mostraron con valores máximos en primavera y mínimos en invierno.

En cuanto a los Linfocitos, se observa un máximo conteo en primavera; siendo el menor valor hallado en invierno, que se mostraron con diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) con lo encontrado en primavera y otoño.

A su vez, se detallan los valores de proteinemia, encontrando que el nivel más elevado se halló en otoño, mostrando una diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) con relación a las otras estaciones.

Los niveles de minerales en suero (tabla 6) evaluados en este trabajo y de Tiroxina libre (T4 L), indican que Ca presenta pequeñas variaciones estacionales.

En cuanto a P, la estación de verano registró el valor más bajo ( $p \leq 0,05$ ) respecto a otoño e invierno.

**Tabla 6.**

Variable	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Ca (mg/dl)	9,34 ± 0,55	9,31 ± 0,33	9,54 ± 0,31	9,18 ± 0,53
P (mg/dl)	4,66 ± 1,08 <sup>a</sup>	6,27 ± 1,24 <sup>b</sup>	6,35 ± 1,62 <sup>b</sup>	5,29 ± 1,30 <sup>ab</sup>
Mg (mg/dl)	3,34 ± 0,36 <sup>a</sup>	2,72 ± 0,20 <sup>b</sup>	3,07 ± 0,32 <sup>a</sup>	2,52 ± 0,22 <sup>b</sup>



Cu (mg/L)	1,01±0,20 <sup>a</sup>	0,75±0,24 <sup>b</sup>	0,76±0,08 <sup>b</sup>	0,74±0,13 <sup>b</sup>
T <sub>4</sub> L (ng/dl)	0,85±0,14 <sup>ab</sup>	0,86±0,19 <sup>ab</sup>	1,00±0,25 <sup>b</sup>	0,73±0,18 <sup>a</sup>

Tabla 6. Niveles de minerales y T<sub>4</sub> L en suero caprino, en las cuatro estaciones (promedio y desvío estándar, DE). Letras diferentes en la misma línea indican diferencias significativas (test de Tukey,  $P < 0,05$ ).

Asimismo, Mg registró valores superiores a 3 mg/dl en verano e invierno a diferencia ( $p \leq 0,05$ ) de estaciones otoño y primavera que registraron valores menores al referenciado.

En cuanto a Cu, el nivel más alto se reportó para el período de verano, con diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,05$ ) con respecto a las otras estaciones.

En relación a los valores alcanzado por la hormona T<sub>4</sub> L en suero, se registró valores entre 1,00 y 0,7 ng/dl, hallando diferencias ( $p \leq 0,05$ ) entre las estaciones de primavera (valor inferior) y verano y valor superior; Otoño e invierno se mantuvieron entre ambos extremos

## *Discusión*

La variabilidad estacional encontrada en la mayor parte de los parámetros evaluados de la composición nutricional de la ingesta respondió al cambio de composición forrajera que presentan los pastizales naturales en sus distintos estados fenológicos en las diferentes estaciones climáticas del año, en áreas semiáridas similares al de La Pampa como lo describieron Mountousis et al. <sup>(21)</sup> en el norte de México.

Los niveles de PB de invierno y primavera, según los cálculos realizados a partir de las tablas del NRC <sup>(19)</sup> cubriría las exigencias demandadas por cabras gestantes y lactantes similares a cabras criollas de La Pampa, no así en verano y otoño.

En relación a la variación estacional del porcentaje de Proteína en la ingesta voluntaria, los resultados encontrados en este estudio fueron mayores a los descriptos por Egea et al <sup>(23)</sup> en el norte de Mendoza pero menores a los descriptos por Dayenoff, et al. <sup>(6)</sup> en la Meseta Central del Sur de Mendoza. A su vez el porcentaje de PB ingerida durante las diferentes estaciones en el oeste de La Pampa fue menor a niveles extremos descriptos por Mellado, et al. <sup>(24)</sup> para el consumo caprino en el norte de México y lo encontrado por Dayenoff, et al. <sup>(25)</sup> en el norte de Argentina.

A su vez, los porcentajes encontrados en los diferentes momentos fueron semejantes a los mencionados por Papachristou y Nastis <sup>(27)</sup> en la ingesta caprina pastoreando un pastizal típico del norte de Grecia, por Bhatta et al. <sup>(28)</sup> en el oeste de India, por Ramirez-Orduña et al. <sup>(29)</sup> y por Medina Córdoba et al. <sup>(30)</sup>, en regiones áridas del norte de México. La situación en el caso de La Pampa demuestra que los niveles encontrados en verano y otoño no cubren los requerimientos básicos de las cabras.

La variación estacional de la EM encontrada tuvo similar evolución anual a la descrita por Schlecht, et al <sup>(31)</sup>, con un máximo en primavera y un mínimo en invierno,

relacionada a la disminución de la calidad forrajera del pastizal natural de rebrote a latencia vegetativa, condicionada al período de lluvias en el área del trabajo.

Por otra parte, a pesar de que la concentración de EM estimada en la ingesta por simulación fue más baja en invierno, el nivel encontrado no tendría efecto negativo a nivel nutricional, ya que cubriría los requerimientos para una cabra destinada a la producción de carne como las utilizadas en este trabajo <sup>(32)</sup>.

La evolución estacional de los parámetros de composición forrajera de la ingesta caprina por simulación de este ensayo se comportó de acuerdo a lo descrito por Schlecht, et al <sup>(33)</sup>, reflejando que la variación está directamente vinculada al cambio fisiológico de los vegetales desde plantas jóvenes en crecimiento hasta plantas maduras lignificadas <sup>(33,34)</sup>.

A su vez, Rabotnikof, et al <sup>(35)</sup> muestrearon durante dos años los forrajes consumidos por cabras en la zona de Paso Maroma y concluyeron que la disponibilidad de arbustos como *Suaeda divaricata* y *Atriplex undulata* permitió mantener a lo largo del año una oferta de adecuada calidad nutricional para el ganado caprino.

Por otra parte, la salinidad promedio del agua de bebida utilizada por las cabras en el establecimiento puede considerarse como moderada de acuerdo al NRC <sup>(36)</sup> y sólo podría representar un problema temporario en animales jóvenes no adaptados a este tipo de agua <sup>(37)</sup>. Los niveles de As y F en agua de bebida no superan los límites máximos tolerables <sup>(36)</sup>. Sin embargo, los valores de sulfatos se hallan por encima de los límites máximos tolerables <sup>(38)</sup>, a partir de los cuales puede aumentar el riesgo de deficiencia de Cu en situaciones de alimentación pastoril.

A su vez, si bien se presentaron variaciones estacionales en el hematocrito y en el número de GR y linfocitos en la población de cabra criolla, los valores se encuentran dentro de los rangos normales para la especie caprina <sup>(39)</sup>.

Todas las variables hematológicas medidas en este trabajo resultaron similares a los reportado por Dayenoff, et al <sup>(40)</sup> en caprinos en La Rioja, Argentina e inferiores a las informadas por Grilli, et al <sup>(41)</sup> en cabras criollas en el NE de Mendoza, pero no puede concluirse que se deba a una diferencia de biotipos regionales, ya que la situación nutricional de ambas poblaciones muestreadas también fue diferente.

La calcemia promedio en este trabajo fluctuó entre 9,18 y 9,54 mg/dl, sin diferencias entre estaciones o momentos fisiológicos; estos valores se hallan dentro de los rangos de referencia para la especie <sup>(42,43)</sup> y son ligeramente superiores a los hallados en trabajos anteriores en la provincia de La Pampa <sup>(44)</sup> y más elevados que los informados para cabras lecheras (raza Saanen) en la provincia de Salta <sup>(45)</sup>. Probablemente, el aporte de Ca que realiza el agua de bebida pueda complementar posibles fluctuaciones del contenido del mineral en los forrajes y, de acuerdo a los cálculos presentados, el agua de bebida puede cubrir el 100 % de los requerimientos de Ca para mantenimiento, entre el 41 y el 59 % de los requerimientos en el último tercio de gestación y entre el 38 y el 63 % de los requerimientos en lactancia temprana <sup>(46)</sup>.

Los niveles de P en suero presentaron variaciones importantes entre estaciones, con valores promedio extremos entre 4,66 y 6,35 mg/dl, que probablemente reflejen las concentraciones de P en los forrajes, ya que las mismas pueden variar ampliamente de acuerdo al contenido de P del suelo, el estado de madurez de los pastos y el clima <sup>(47)</sup>.

Si bien en nuestro trabajo no se midió el contenido de P en los forrajes, en otros ensayos se ha encontrado que los niveles de P en la ingesta caprina pueden variar considerablemente a lo largo del año <sup>(22,48)</sup>.

Los valores de referencia para P en suero varían de acuerdo a la fuente citada, por ejemplo 4-6 mg/dl <sup>(19)</sup> y  $5,5 \pm 1,7$  mg/dl <sup>(49)</sup>, pero puede aceptarse que los valores hallados en este muestreo están dentro de los normales para la especie.

A su vez, los valores de referencia de Mg para la especie caprina son más elevados que los de bovinos y fluctúan entre 2,8 y 3,6 mg/dl <sup>(42,43)</sup>; los valores más bajos en este trabajo se presentaron en otoño y primavera, reflejando probablemente los menores aportes de Mg disponible en los alimentos. Sin embargo, aún estos valores (2,72 y 2,52 mg/dl) se hallan por encima de la banda marginal de deficiencia (1,4 – 1,8 mg/dl) definida por Suttle <sup>(47)</sup> y no reflejan una situación de riesgo para los animales.

Cabe destacar que la hipomagnesemia clínica no es común en cabras, ya que estos animales difícilmente se enfrenten a rebrotes masivos de gramíneas con altos contenidos de potasio y proteína soluble, la que genera picos elevados de  $\text{NH}_4^+$  en el rumen, situación que puede disminuir fuertemente el coeficiente de absorción del Mg a través del epitelio ruminal.

Un trabajo anterior realizado en La Pampa arrojó valores promedio de 1,85 mg/dl <sup>(44)</sup>, (2018)<sup>(44)</sup>, mientras que muestreos en otras regiones informan valores más elevados (2,72 mg/dl) <sup>(14)</sup>.

Es probable que, en este trabajo, el aporte de Mg del agua haya contribuido a mantener la magnesemia en niveles adecuados, ya que el cálculo de Mg ingerido a través del agua representó entre el 35 y el 49 % de los requerimientos de Mg en la etapa fisiológica más exigente, la lactancia temprana <sup>(46)</sup>.

Las cabras muestreadas pudieron mantener niveles adecuados de Cu sérico, a pesar de que los niveles de sulfatos en agua de bebida están por encima del máximo tolerable. Por acción de las bacterias ruminales, los sulfatos son reducidos a sulfuros, los que luego pueden unirse al Cu y disminuir su absorción intestinal <sup>(47)</sup>. Por lo tanto, la situación sugiere un aporte suficiente de Cu disponible en los forrajes en esta zona del ensayo.

Aunque no hay un completo acuerdo respecto a los niveles de referencia para el Cu sérico en cabras, generalmente se acepta que la deficiencia de Cu genera valores menores a 0,50 mg/L <sup>(19,47)</sup>. En este sentido, Almeida et al <sup>(50)</sup>, en un establecimiento con casos de ataxia enzoótica, informan valores promedio de 0,39 mg/L en cabras y de 0,24 mg/L en cabritos.

Otros investigadores <sup>(14,44)</sup>, en relevamientos realizados en zonas de producción caprina de Argentina, hallaron menores valores de Cu sérico, lo que señala a la deficiencia de Cu como una importante limitante y amerita estrategias de suplementación adecuadas en los establecimientos afectados.

La concentración de  $\text{T}_4\text{L}$  fue más baja en primavera (principio de lactancia) que en invierno (gestación), lo cual difiere de lo hallado por Celi et al. <sup>(51)</sup> en las últimas semanas de gestación y en las primeras semanas de lactancia.

Sin embargo, Liotta et al. <sup>(52)</sup> citan valores séricos promedio de  $\text{T}_4\text{L}$  de 1,01, 0,91 y 1,06 ng/dl en cabras secas, preñadas y lactantes, sin diferencias estadísticamente significativas.

Si bien no está claro el origen de la variación estacional (o fisiológica) de T<sub>4</sub> L sérica, se considera que los valores encontrados en este trabajo se hallan dentro de los rangos normales, lo que coincide con la falta de datos históricos de bocio o de problemas reproductivos asociados a la deficiencia de iodo en el establecimiento muestreado.

---

### *Conclusiones*

A partir de los resultados del relevamiento realizado en el ensayo se concluye que la estimación de la ingesta caprina por simulación, los indicadores hematológicos y de estatus mineral encontrados han presentado niveles variables en las distintas estaciones del año, destacando que esos parámetros son adecuados para cubrir los requerimientos de las cabras regionales en sus diferentes estados fisiológicos.

## Bibliografía

1. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP), Ministerio de Economía, República Argentina. Caprinos. Información Estadística. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/caprinos/estadisticas/\\_archivos//000002\\_Existencias/230612\\_Existencias%20Caprinas%20por%20provincia%2031%20Mzo%202023.xlsx](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/caprinos/estadisticas/_archivos//000002_Existencias/230612_Existencias%20Caprinas%20por%20provincia%2031%20Mzo%202023.xlsx). 2023.
2. Programa de desarrollo de las cadenas caprinas (PRODECCA). Ministerio de desarrollo social. Gobierno de La Pampa. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/prodecca-plan-de-cuenca-caprina-lapampa.pdf>. 2022.
3. Rúgolo de Agrasar Z.; Steibel P, y Troiani H. Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa. Editoriales UNLPam y UNRC. Santa Rosa. 2005.
4. Allegretti L, Sartor C, Trejo J, Páez S, Páez J. Efecto del estado fisiológico en la composición botánica de la ingesta de cabras en el NE de Lavalle, Mendoza. V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALERPRyCS), Mendoza, Argentina. [https://produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/produccion\\_caprina/68-efecto\\_del\\_estado.pdf](https://produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/68-efecto_del_estado.pdf). 2007.
5. Dayenoff P, Grilli D, Banus G, Accorinti C, Pizarro J. Calidad forrajera de algunos arbustos consumidos por el ganado caprino en la meseta central de Mendoza. *Inv Cienc Univ*. 2016; 1(1) 9-13. <https://doi.org/10.59872/icu.v1i1>.
6. Dayenoff P, Macario J, Kotani I, Gorrachategui MS, Nicolás A, Bolaño M. Calidad forrajera de la ingesta caprina en la meseta central del sur de Mendoza, Argentina. *Ciencia Vet*. 2023;25(2):124-36. <https://doi.org/10.19137/cienvet202325202>. 2023.
7. Pisani J, Distel R, Bontti E. Diet selection by goats on a semi-arid shrubland in central Argentina. *Ecol Austral*. 10:103-108. 2000.
8. Dove H. 2010. Chapter 9. Ingestive behavior, diet selection, and feed intake. In: *Goat science and production*. Solaiman SG, Editor. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa, USA. 2002. p 179-192.
9. Manousidis T, Kyriazopoulos AP, Parissi ZM, Abraham EM, Korakis G, Abas Z. Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in a Mediterranean woody rangeland. *Small Rumin Res*. 2016; 145:142-153. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.11.007>.

10. Caballero G, Fritz M. Composición botánica y valor nutritivo de la dieta de cabras en un arbustal halófilo y un jarillal del oeste de la provincia de La Pampa. Trabajo final de graduación. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa. La Pampa. 2013. 61 pp.
11. Rabotnikof CM, Stritzler NP. Valor forrajero de la flora nativa de La Pampa. EdUNLPam. Santa Rosa, La Pampa. 2021.
12. Ortíz ML, Bremm JJ, Mancebo OA, Trulls HE, Picot JA, Brem JC. Confirmación diagnóstica de hipotiroidismo en cabras de la provincia de Formosa, Argentina. *Rev Vet.* 2008; 19(1):42-45. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/4299>.
13. Robles C. Bocio en caprinos: una enfermedad emergente que se puede prevenir. *Presencia.* 2015; 63:22-25.
14. Sager R, Rossanigo CE. Valores séricos de calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc en cabras del centro-oeste de la Argentina. XVI Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Villa General Belgrano (Córdoba). 2002. Libro de Resúmenes, Sección Patología Clínica, p. 6.
15. Bedotti D, y Sánchez Rodríguez M. Aproximación a la problemática sanitaria del ganado caprino en el oeste pampeano. *Vet Arg.* 2002; Vol. XIX:100-112.
16. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis.* 17<sup>th</sup> Ed. Gaithersburg, Maryland, USA; 2000.
17. Linn J and Martin N. Forage quality tests and interpretation. University of Minnesota Extension Service. Publication AG-FO-2637. 1989. p 1-5.
18. National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. *Nutrient Requirements of Beef Cattle.* 8<sup>th</sup> Ed. National Academies Press, Washington, D.C., USA. 2016.
19. National Research Council. *Nutrient Requirements of Small Ruminants.* National Academies Press. Washington, DC, USA. 2007.
20. De Vries, M. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: A reconsideration of the hand-plucking method. *J Range Manage.* 1995; 48:370-375.
21. Mountousis J, Papanikolaou K, Stanogias G, Chatzitheodoridis F, Roukos C. Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece. *J Centr Eur Agric.* 2008; 9:547-556.

[https://www.researchgate.net/publication/27218750\\_Seasonal\\_Variation\\_of\\_Chemical\\_Composition\\_and\\_Dry\\_Matter\\_of\\_Rangelands\\_in\\_NW\\_Greece](https://www.researchgate.net/publication/27218750_Seasonal_Variation_of_Chemical_Composition_and_Dry_Matter_of_Rangelands_in_NW_Greece)

22. Mellado M. Dietary selection by goats and the implications for range management in the Chihuahuan Desert: a review. *Rangel J.* 2016; 38:331–341. <http://dx.doi.org/10.1071/RJ16002>.
23. Egea AV, Bakker ML, Allegretti LI, Páez SA, Grilli DJ, Guevara JC, Villalba JJ. Seasonal changes in feed intake, diet digestibility and diet composition by lactating and non-lactating browsing in a semiarid rangeland of Argentina. *Grass Forage Sci.* 2019;74:(1)115-128. <https://doi.org/10.1111/gfs.12393>.
24. Mellado M, Foote R, Rodríguez A, Zárata P. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. *Small Rumin Res.* 1991; 6(1-2):141-150. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(91\)90017-K](https://doi.org/10.1016/0921-4488(91)90017-K).
25. Dayenoff P, Bolaño M, Aguirre E, Zárata P. Calidad forrajera de la ingesta caprina en el Chaco-Árido (Argentina). II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos (ALERPRyCS). Mérida, México. 2001.
26. Ammar H, López S, Bochi-Brum O, García R, Ranilla MJ. Composition and in vitro digestibility of leaves and stems of grasses and legumes harvested from permanent mountain meadows at different stages of maturity. *J Anim. Feed Sci.* 1999; 84:599–610.
27. Papachristou T, Nastis A. Diets of goats grazing oaks shrublands of varying cover in Northeastern Greece. *J Range Manage.* 1993; 46:220-226. <https://doi.org/10.2307/4002610>.
28. Bhatta R, Shinde A, Sankhyan S, Verma DL. 2002. Nutrition of range goats in a shrubland of Western India. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2002; 15(12):1719–1724. <https://doi.org/10.5713/ajas.2002.1719>.
29. Ramírez-Orduña R, Ramírez R, Gómez M, Armenta-Quintana J, Ramírez-Orduña J, Cepeda-Palacios R, Ávila-Sandoval J. Seasonal dynamics of ruminal crude protein digestion of browse species from Baja California Sur, México. *Interciencia.* 2003; 28:408-414.
30. Medina-Córdova N, Espinoza-Villavicencio J, Ávila-Serrano N, Murillo-Amador B. 2013. 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>
31. Schlecht E, Dickhoefer U, Gumpertsberger E, Buerkert A. 2009. Grazing itineraries and forage selection of goats in the Al Jabal al Akhdar mountain range of northern

Oman. J Arid Env. 2009; 73(3):355-363.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.10.013>.

32. Sahlu T, Goetsch, A, Luo J. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rumin Res.* 2004; 53:191-219. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.04.001>.
33. Schlecht E, Dickhöfer, Predotova M, Buerkert A. 2011. The importance of semi-arid natural mountain pastures for feed intake and recycling of nutrients by traditionally managed goats on the Arabian Peninsula. *J Arid Env.* 2011; 75(11):1136-1146. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.05.010>.
34. Shabier A, Jordan G, Buerkert A, Zhang X, Schlecht E. Seasonal variations in voluntary intake and apparent digestibility of forages by goats in the Chinese Altai Mountains. *Animals.* 2022; 12(13):1652-1666. <https://doi.org/10.3390/ani12131652>.
35. Rabotnikof CM, Stritzler NP, Morici EFA, Fernández B. Evaluación estacional del valor nutritivo de la dieta de cabras en un arbustal halófilo del oeste de la provincia de La Pampa. *Investigación en Producción Animal 2007-2009. Región subhúmeda y semiárida pampeana. Boletín de divulgación técnica N° 100. EEA Anguil, INTA.* 2010. p 16-18.
36. National Research Council. *Nutrients and Toxic Substances in Water for Livestock and Poultry.* National Academy Press. Washington, DC, USA. 1974.
37. Ribeiro V. Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé, submetidos à alimentação à vontade e restrita. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Brasil.* 2206. 40 fs.
38. Runyan C, Bader J. Water quality for livestock and poultry. In: Ayers, R. and Westcot, D. *Water quality for agriculture.* 1994. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 29.
39. Byers SR, Kramer JW. Chapter 108. Normal hematology of sheep and goats. En: Weiss DJ, Wardrop KJ, Editors. *Schalm's Veterinary Hematology. Sixth Edition.* Wiley-Blackwell. Ames, Iowa. USA. 2010. p. 836-842.
40. Dayenoff P, Matellón G, Bolaño M, Vaninetti M, Vera J. Variación de los niveles séricos de Calcio, Fósforo y Proteína, en caprinos sobre pastizal natural. *Primer Congreso Binacional de Producción Animal Argentina-Uruguay. 21° Congreso Argentino de Producción Animal. 2º Congreso Uruguayo de Producción Animal. Paysandú. R.O. del Uruguay. Rev Arg Prod Anim.* 1997; 17(supl. 1): 37.
41. Grilli D, Páez S, Candela ML, Egea V, Sbriglio L, Allegretti L. Valores hematológicos en diferentes estados fisiológicos de cabras biotipo criollo del NE de Mendoza,



Argentina. V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mendoza. 2007. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/produccion\\_caprina/79-grilli.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/79-grilli.pdf).

42. Carlson GP. Chapter 17. Fluid, electrolyte, and acid-basic balance. En: Clinical biochemistry of domestic animals. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML, Editors. Academic Press. San Diego, CA, USA. p. 548.
43. Smith MC, Sherman DM. Goat Medicine. John Wiley and Sons. Hoboken, NC, USA. 2023. p. 99.
44. Rossanigo ED, Page W, Bedotti DO, Suárez VH, Manazza JA. Relevamiento del perfil mineral del ganado caprino en 5 provincias argentinas. XXII Reunión Científico Técnica de la AAVLD. Río Cuarto (Córdoba). 2018. Libro de Resúmenes, p. 126.
45. Vitulli-Moya G, Vázquez B, Martínez GM, Colque Caro LA, Medina-Vallejo DM, Suárez VH, Mattioli GA, Rosa DE, Micheloud JF. Variación en los niveles séricos de calcio, fósforo, magnesio, cobre y zinc durante las distintas etapas productivas en cabras de leche en un tambo caprino del noroeste argentino. FAVE - Sección Cs Vet. 2020; 19:60-64. <https://doi.org/10.14409/facev.v19i2.9621>.
46. Gurung N. Nutritional Requirements of Different Classes of Meat Goats. Prof Agric Workers J. 2020; 6(3):10-21. <https://tupubs.tuskegee.edu/pawj/vol6/iss3/10>.
47. Suttle NF. Mineral nutrition of livestock. Fifth Edition. CAB International. Wallingford, UK. 2022.
48. Ramírez RG; Haenlein GFW, Núñez González MA. Seasonal variation of macro and trace mineral contents in 14 browse species that grow in the northeastern Mexico. Small Rumin Res. 2001; 39(2):153-159. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00184-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00184-X).
49. Stevens JV, Anderson KL, Correa MT, Stewart T, Braselton Jr WE. Hematologic, blood gas, blood chemistry, and serum mineral values for a sample of clinically healthy adult goats. Vet Clin Pathol. 1994; 23(1):19-24. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.1994.tb01011.x>.
50. Almeida VM, Lima TS, Silva-Filho GB, Bom HASC, Fonseca SMC, Evêncio-Neto J, et al. Copper deficiency in dairy goats and kids. Pesq Vet Bras. 2022; e07162:1-7. <https://doi.org/10.1590/1678-5151-PVB-7162>
51. Celi P, Di Trana A, Claps S. Effects of perinatal nutrition on lactational performance, metabolic and hormonal profiles of dairy goats and respective kids. Small Rum Res. 2008; 79(2-3):129-136. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.010>

52. Liotta L, Bionda A, Quartuccio M, De Nardo F, Visalli R, Fazio E. Thyroid and lipidic profiles in Nicastrese goats (*Capra hircus*) during pregnancy and postpartum period. *Animals*. 2021; 11(8):2386. <https://doi.org/10.3390/ani11082386>.

#### **Contribuciones de autor/a/es/as CRediT:**

Todos los autores contribuyeron a la concepción y el diseño del estudio. La preparación del material, la recopilación y el análisis de datos fueron realizados por Patricio Dayenoff, Ignacio Kotani y Guillermo Pechin. El primer borrador del manuscrito fue escrito por los mismos y todos los autores comentaron las versiones posteriores del manuscrito. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Supervisión: Patricio Dayenoff

#### **Agradecimientos:**

A María Coria y Mario Rosas que tan amablemente nos recibieron en cada visita poniendo a disposición su establecimiento (el campo y los animales) para poder obtener las muestras y llevar adelante este trabajo de investigación.

#### **Financiamiento:**

Secretaría de Ciencia y Técnica. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa.