



Efectos de la suplementación con semilla de algodón en la producción y composición de leche de cabra en un sistema silvopastoril agroecológico del Chaco Semiárido argentino

Effects of cotton seed supplementation on the production and composition of goat milk in an agroecological Silvopastoral System of the Argentine Semi-arid Chaco

Efeitos da suplementação com caroço de algodão na produção e composição do leite caprino em um Sistema Silvipastoril Agroecológico do Semiárido Chaco Argentino

Alicia Beatriz Córdoba^{1*}, Micaela Stazionati², Marcelo Contreras³

*Autor de correspondencia: cordoba.beatriz@inta.gob.ar

Recibido 23 de diciembre de 2024 Aceptado 06 de julio de 2025

Resumen

En la región del Chaco Semiárido, los sistemas silvopastoriles sobre el bosque nativo enriquecido con pasturas implantadas, se vienen posicionando como una importante alternativa de sistema de producción ganadera sustentable. La producción caprina y particularmente la producción de leche post destete, es una actividad realizada por los productores de la agricultura familiar, para la elaboración y venta de quesos de cabra. En la búsqueda de alternativas que promuevan el incremento de esta, el siguiente estudio evaluó el efecto de la suplementación con semilla de algodón agroecológico, en la producción y composición de leche caprina post destete en un sistema silvopastoril (SSP) en el Chaco Semiárido. El manejo de los animales se realizó de manera controlada, con las cabras permaneciendo en un potrero silvopastoril enriquecido con *Megathyrsus maximus* (cv. gatton panic), con una asignación de materia seca del 4% del peso vivo. Se dividieron en dos grupos con 10 cabras en cada uno y con similares valores

1 Ing. Agrónoma, MSc. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Santiago del Estero y Docente en Tecnicatura en Producciones Ecológicas y Agroecológicas, Universidad Católica de Santiago del Estero. Argentina. <https://orcid.org/0009-0005-0456-3454>

2 MV, PhD. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Anguil, La Pampa, Argentina. <https://orcid.org/0000-0001-8340-5924>

3 Ing. Agrónomo, Esp., MSc. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Santiago del Estero y Docente en Tecnicatura en Producciones Ecológicas y Agroecológicas, Universidad Católica de Santiago del Estero. Argentina. <https://orcid.org/0009-0000-0546-3555>

La Revista Sistemas de Producción Agroecológicos es una revista de acceso abierto revisada por pares. © 2012. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Internacional Creative Commons Attribution 4.0 (CC-BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se acredite el autor y la fuente originales.

Consulte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

OPEN ACCESS



de producción de leche. Un grupo control (SS) solo pastoreó en el SSP, mientras que el otro grupo (S) recibió suplementación con semilla de algodón. El ordeño se realizó manualmente a las 7:00 de la mañana, seguido de la administración del suplemento para el grupo S. Se realizaron cuatro controles lecheros durante los 105 días de lactancia y se analizaron: producción de leche (g), %grasa, %proteína, %lactosa, %sólidos no grasos y %sólidos totales. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos tanto en la producción diaria como en la composición de la leche. Ambos grupos mantuvieron valores dentro del rango reportado para la región. La curva de producción de leche fue ligeramente mayor en el grupo SS durante la mayor parte del estudio. La semilla de algodón no afectó significativamente la composición de la leche en términos de grasa, proteína y lactosa. El contenido de grasa se incrementó a lo largo de la lactancia para ambos grupos, con valores medios de 5,58% para el grupo SS y 4,73% para el grupo S; el contenido de proteína fue del 4,35% para el grupo SS y 4,27% para el grupo S, y valores medios de lactosa del 4,19% para el grupo SS y 4,15% para el grupo S. La disponibilidad de frutos del monte nativo y el horario de administración del suplemento puede haber influido en los resultados observados. El estudio destaca que los sistemas silvopastoriles del Chaco Semiárido son una estrategia de manejo de la alimentación para los caprinos, que aportan los requerimientos adecuados para la producción de leche post destete sin demandar el aporte de insumos externos.

Palabras clave: Agroforestería; Calidad de la leche; Caprinos; Sistemas de alimentación.

Abstract

In the semi-arid Chaco region, silvopastoral systems based on native forests enriched with planted pastures are emerging as an important alternative for sustainable livestock production. Goat production, and particularly post-weaning milk production, is an activity carried out by family farmers for the production and sale of goat cheese. In the search for alternatives to promote its growth, the following study evaluated the effect of supplementation with agroecological cotton seed on the production and composition of post-weaning goat milk in a silvopastoral system (SPS) in the Semi-Arid Chaco. The animals were managed in a controlled manner, with the goats remaining in a silvopastoral paddock enriched with *Megathyrsus maximus* (cv. gatton panic), with a dry matter allocation of 4% of live weight. They were divided into two groups of 10 goats each with similar milk production values. A control group (SS) grazed only in the SSP, while the other group (S) received cotton seed supplementation. Milking was performed manually at 7:00 a.m., followed by administration of the supplement to the S group. Four milk checks were performed during the 105 days of lactation and the following were analyzed: milk production (g), %fat, %protein, %lactose, %non-fat solids, and %total solids. No significant differences were found between treatments in either daily production or milk composition. Both groups maintained values within the range reported for the region. The milk production curve was slightly higher in the SS group during most of the study. Cotton seed did not significantly affect milk composition in terms of fat, protein, and lactose. Fat content increased throughout lactation for both groups, with mean values of 5.58% for the SS group and 4.73% for the S group; the protein content was 4.35% for the SS group and 4.27% for the S group, and mean lactose values were 4.19% for the SS group and 4.15% for the S group. The availability of native forest fruits and the timing of supplement administration may have influenced the results observed. The study highlights that silvopastoral systems in the Semi-Arid

Chaco are a feeding management strategy for goats, providing the adequate requirements for post-weaning milk production without requiring external inputs.

Keywords: Agroforestry; Feeding Systems; Goats; Milk Quality.

Resumo

Na região do Chaco Semiárido, os sistemas silvipastoris sobre a floresta nativa enriquecida com pastagens implantadas estão a posicionar-se como uma importante alternativa de sistema de produção pecuária sustentável. A produção caprina e, particularmente, a produção de leite pós-desmame, é uma atividade realizada por produtores da agricultura familiar para a elaboração e venda de queijos de cabra. Na busca por alternativas que promovam o aumento dessa produção, o estudo a seguir avaliou o efeito da suplementação com sementes de algodão agroecológico na produção e composição do leite caprino pós-desmame em um sistema silvipastoril (SSP) no Chaco Semiárido. O manejo dos animais foi realizado de forma controlada, com as cabras permanecendo em um pasto silvipastoril enriquecido com *Megathyrsus maximus* (cv. gatton panic), com uma atribuição de matéria seca de 4% do peso vivo. Elas foram divididas em dois grupos com 10 cabras em cada um e com valores semelhantes de produção de leite. Um grupo controle (SS) apenas pastou no SSP, enquanto o outro grupo (S) recebeu suplementação com semente de algodão. A ordenha foi realizada manualmente às 7h da manhã, seguida da administração do suplemento para o grupo S. Foram realizados quatro controlos leiteiros durante os 105 dias de lactação e analisados: produção de leite (g), % de gordura, % de proteína, % de lactose, % de sólidos não gordurosos e % de sólidos totais. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, tanto na produção diária como na composição do leite. Ambos os grupos mantiveram valores dentro da faixa relatada para a região. A curva de produção de leite foi ligeiramente maior no grupo SS durante a maior parte do estudo. A semente de algodão não afetou significativamente a composição do leite em termos de gordura, proteína e lactose. O teor de gordura aumentou ao longo da lactação para ambos os grupos, com valores médios de 5,58% para o grupo SS e 4,73% para o grupo S; o teor de proteína foi de 4,35% para o grupo SS e 4,27% para o grupo S, e valores médios de lactose de 4,19% para o grupo SS e 4,15% para o grupo S. A disponibilidade de frutos da mata nativa e o horário de administração do suplemento podem ter influenciado os resultados observados. O estudo destaca que os sistemas silvipastoris do Chaco Semiárido são uma estratégia de manejo alimentar para caprinos, que fornecem os requisitos adequados para a produção de leite pós-desmame sem exigir o aporte de insumos externos.

Palavras-chave: Agrofloresta; Cabras; Qualidade do leite; sistemas de alimentação.

Introducción

La producción de leche caprina en la provincia de Santiago del Estero es una actividad que posee una importancia relevante en la economía de las y los productores de la agricultura familiar campesina. A través de la elaboración de quesos artesanales, generan valor agregado y mejoran los ingresos prediales, aprovechando las oportunidades de

mercados de comercialización de cercanía, y/o para consumo de las familias productoras, promoviendo, además, la seguridad alimentaria. Valenti (2002) informa que en la provincia de Santiago del Estero se producen aproximadamente 25 toneladas de queso anuales provenientes de estos sistemas. Las principales razas utilizadas en este tipo de producción son Saanen, Anglo Nubian y

Criollas. Se calcula que la producción de leche de cabra en Argentina alcanza los 2 millones de litros (Finance, 2011) y en la mayoría de los casos, en sistemas tradicionales de producción, esa leche proviene del ordeñe inmediatamente después de la venta de los cabritos (Córdoba et al., 2023).

Las estrategias de alimentación para el ganado caprino, utilizadas por las y los pequeños productores caprinos de la provincia, son limitadas y por lo general se basan solamente en un pastoreo en zonas de monte y en ocasiones se suplementa en la época invernal, donde la oferta de forraje disminuye notablemente. Los suplementos comúnmente utilizados son maíz, heno de alfalfa y frutos del monte diferidos para esta época (Contreras et al., 2016).

La semilla de algodón es un subproducto agroindustrial de alto valor nutricional para la alimentación de rumiantes y muy utilizado en la región para la producción bovina, no así para los caprinos. Es un insumo que se encuentra fácilmente disponible en la zona y a un bajo costo. Este suplemento aporta elevada cantidad de energía y proteína (extracto etéreo 22,7%, proteína bruta 19,1%) (Koza et al., 2009). Sin embargo, la semilla de algodón posee un polifenol llamado gossypol que, en grandes concentraciones, puede provocar problemas de toxicidad (Akande et al., 2010). Vera (2021) informa que cabras suplementadas con una ración diaria de 300 g de semilla de algodón por día, durante 112 días, no evidenciaron síntomas de toxicidad y que solo en casos extremos se produce la muerte de un animal por toxicidad de este compuesto. Desde la campaña de 2018 a la fecha se desarrollaron en 18 sitios, experiencias de algodón agroecológico en provincia de Santiago del Estero, generando fibra bruta y derivados, involucrando a otros actores en la cadena de valor agregado (teleras, diseñadoras, artesanos y hasta en parte industrial) (Gomez et al., 2020).

Por otro lado, si bien la producción caprina en la provincia se realiza de forma extensiva y con un manejo tradicional (Contreras et al., 2016), durante los últimos años se produjo una importante

expansión agropecuaria sobre la región del Chaco Semiárido. Esto ha generado desmontes desmedidos y disminución de la superficie de bosque nativo (Blum et al., 2022), que en algunos casos era utilizado para pastoreo de animales domésticos y de uso comunal. En este contexto y para regular este proceso de expansión, se promulgó la Ley N° 26331 de "Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos" lo que obligó a las provincias a categorizar los bosques y establecer restricciones de uso, considerando en algunos casos los sistemas silvopastoriles (SSP) como una alternativa de manejo sustentable, incluso para la recuperación productiva de zonas de bosque nativo degradado (Ginzburg y Torrella, 2022).

Los SSP son una modalidad de uso de la tierra que integra diversas actividades productivas, como la ganadería, la producción forestal y la apicultura, en un mismo espacio y tiempo (Córdoba et al., 2023). De acuerdo con Young (1989), los SSP se definen como "sistemas de uso de la tierra donde las especies leñosas de aptitud forestal crecen en asociación con hierbas de valor forrajero y animales (domésticos y/o silvestres), en un arreglo espacial y temporal, con múltiples interacciones ecológicas y económicas entre los componentes del sistema". Además de la integración entre los componentes, como un principio del enfoque agroecológico, los SSP poseen otros atributos como la diversificación de los componentes y, por tanto, alta resiliencia a factores bióticos, abióticos y antrópicos externos (Noguera et al., 2019). Murgueitio et al. (2014) mencionan que los SSP ayudan a que la ganadería disminuya la emisión de gases de efecto invernadero, por la captura de carbono en árboles y suelos, gracias a una mayor cobertura vegetal y a la reducción de los procesos de transformación de los bosques a áreas deforestadas. Así mismo, la información disponible sobre los SSP en Argentina con producción de carne y leche caprina es nula o escasa.

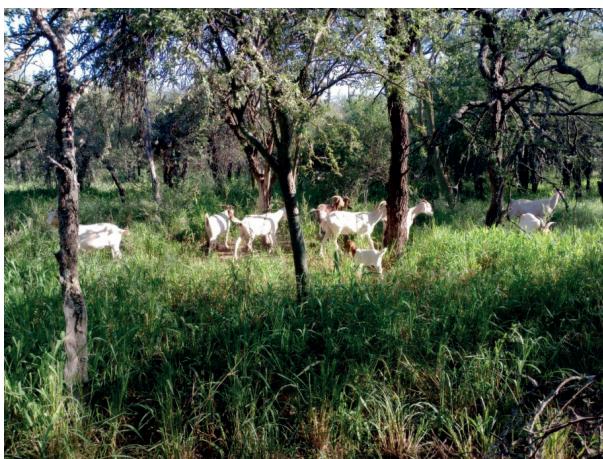
El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con semilla de algodón agroecológico, en la producción y composi-

ción de leche caprina post destete producida en un sistema silvopastoril sobre bosque nativo del Chaco Semiárido argentino.

Metodología

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Francisco Cantos anexo de la EEA INTA Santiago del Estero, situado en RN. 9 km 1109. El módulo de producción de carne caprina, en funcionamiento desde 2006, consta de 6 potreros de 1 ha con SSP establecidos sobre bosque nativo del Chaco Semiárido, enriquecido con *Megathyrsus maximus* (Figura 1). La oferta de forraje de la pastura dominante se estimó con una producción promedio de 2500 kg MS ha⁻¹ (Córdoba et al., 2023).

Figura 1. Potrero con caprinos criollos en un sistema silvopastoril sobre bosque nativo, enriquecido con *Megathyrsus maximus* (cv. *gatton panic*)



Se utilizaron 20 cabras criollas adultas de 6 años, con un peso vivo promedio de 49 kg (± 2 kg), las cuales permanecieron con sus crías hasta los 45 (± 5) días posparto, fecha en la cual se procedió al destete (época); consecuentemente y, a partir del mismo, se comenzó con el ordeño. Las 20 cabras pastorearon en un potrero silvopastoril con *gatton panic* implantado, con una asignación de materia seca del 4% del peso vivo. Se dividieron aleatoriamente dos grupos de 10 cabras cada uno, con valores similares de producción de leche 805 g

(± 250 g). Un grupo control (SS) recibió únicamente pastoreo en SSP, mientras que el grupo tratamiento (S) se suplementó con semilla de algodón agroecológico además del pastoreo. El ordeño, para ambos grupos, se realizó de forma manual a las 7:00 de la mañana, sobre una tarima de ordeño ubicada sobre una plataforma de hormigón y siguiendo una rutina (Santana y Uribe, 2009). Luego del ordeño, diariamente se le administró en el corral al grupo suplementado, 200 g por animal de semilla de algodón. Luego de la administración del suplemento, ambos grupos fueron llevados a los potreros, donde permanecieron con pastoreo *ad libitum* y con disponibilidad de agua hasta las 15 horas. Posteriormente, se trasladaron a un corral techado y con agua disponible a discreción, donde permanecieron hasta la mañana siguiente, donde se iniciaba nuevamente con la rutina mencionada.

El ordeño se realizó durante 105 días a partir del primer control lechero. Para ello, se realizaron 4 controles lecheros correspondientes a la fecha: 3/1/23 (CL1), 27/1/23 (CL2), 20/2/23 (CL3) y 21/3/23 (CL4). En cada control se midió la producción láctea (expresada en g/cabra/día) mediante el uso de una balanza digital *Electronic SF 5000/1*. Además, en los controles CL1, CL2 y CL3 se recolectaron muestras individuales en frascos estériles de 100 ml, claramente identificadas y conservadas en condiciones higiénicas a temperatura de refrigeración. Estas muestras se analizaron para determinar la composición de la leche, cuantificando: % grasa, % proteína, % lactosa y sólidos no grasos (SNG). Los análisis se realizaron mediante un analizador automático *Lacto Star Funke Gerber 3560*, el cual fue calibrado periódicamente. Los sólidos totales (ST) fueron estimados como SNG + GRA- SA, expresándose los resultados como % p/v. Los datos de producción y composición de la leche fueron evaluados mediante una ANOVA utilizando el software estadístico INFOSTAT.

Resultados y Discusión

La Tabla 1 presenta los resultados de las variables analizadas, comparando el grupo suplementado

(S) con el grupo control (SS). En relación con la producción diaria y la composición de leche, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. Los rangos de producción de leche se ubicaron entre 159-1900 g (media: 959,9 g/cabra/día) para el grupo SS y de 221-1631 g (media: 937,86 g/cabra/día) para el grupo S. Dichos valores se encuentran dentro del rango reportado para tambos productivos de la provincia de Santiago del Estero con cría extensiva (Frau et al., 2010) y en tambos lecheros de la provincia Buenos Aires, con un manejo intensivo (Correa, 2006; Ghibaudi et al., 2018). Paz (2002) reportó para un tambo lechero de Santiago del Estero valores promedio levemente superiores a los obtenidos en este trabajo. Estos resultados corresponden a sistemas con alimentación sobre pastoreo de alfalfa, complementado con los verdeos de invierno (cebada) y verano (sorgo) y suplementación con concentrados. En el caso de valores productivos para tambos caprinos de Santiago del Estero con raza Saanen, se mencionan valores promedios diarios similares a los obtenidos para lactaciones de 210 días (Paz et al., 2007).

Los valores de contenido de grasa para este estudio se encuentran dentro de lo reportado por diversos autores. El contenido medio de grasa del grupo SS (5,58%) muestra valores superiores a lo obtenido por Olizewski et al. (2002), Castagnaso et al. (2007) y Frau et al. (2012) para cabras criollas en el Noroeste argentino, en la provincia de Buenos

Aires y en Santiago del Estero, respectivamente, bajo un manejo intensivo.

Los SNG se relacionan con el contenido de proteína, lactosa y minerales, ya que los mismos determinan la textura y el cuerpo del producto (Frau et al., 2012). Para ambos grupos evaluados, arrojó valores superiores a los reportados por Salvador y Martínez (2007) y Frau et al. (2012), 8,05% y 8,30% respectivamente, pero ligeramente inferiores al 11,02% mencionado por Olizewski et al. (2002).

Respecto al contenido de proteína en la leche obtenida en los grupos experimentales S (4,27%) y SS (4,35%) resultó superior a los valores reportados por Castagnaso et al. (2007) y Frau et al. (2012), quienes informaron contenidos de 3,6% y 3,39%, respectivamente, en estudios realizados en la misma raza y región. Sin embargo, estos valores se encuentran dentro del rango reportado por otros autores como Rossanigo et al. (1996), Olizewski et al. (2002) y Raynal-Ljutovac et al. (2008), lo que confirma la consistencia de los resultados obtenidos con la literatura existente. Los valores obtenidos en el porcentaje de lactosa en el estudio (4,15% en S y 4,19% en SS) se corresponden a lo citado por otros autores: 4,4%, 4,42%, y 4,32% (Frigerio y Rosanigo, 1995; Salvador et al., 2007 y Frau et al., 2012, respectivamente).

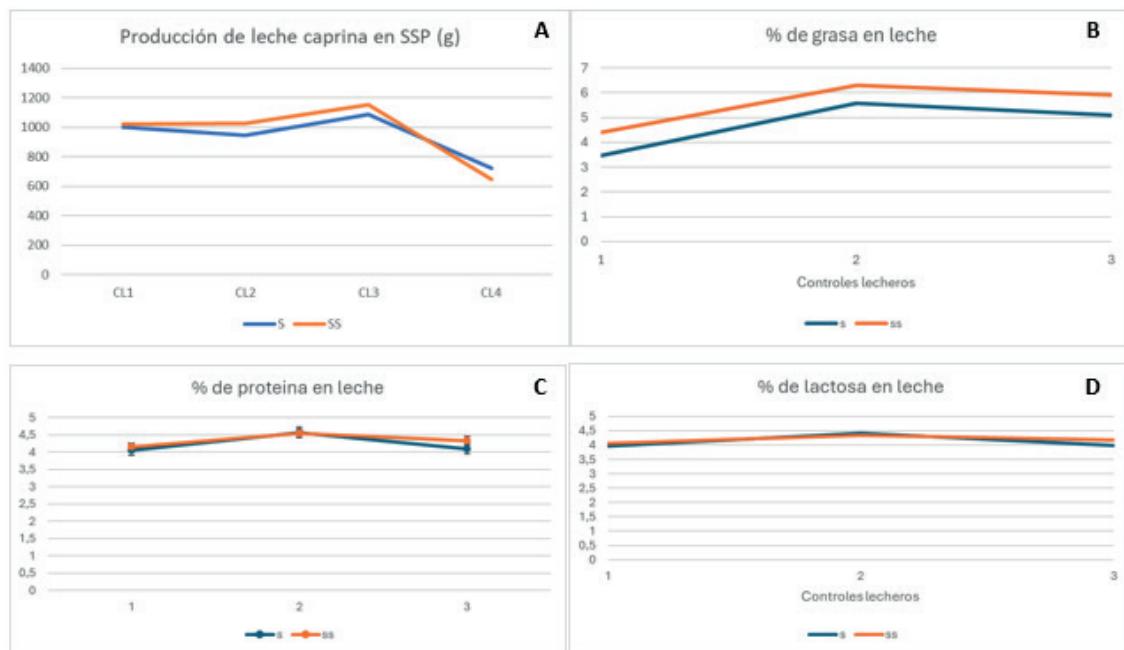
En la figura 2A se observa la producción de leche expresada en gramos en función del CL. Si bien el

Tabla 1. Medidas de resumen, producción de leche de cabras criollas en SSP expresada en gramos, en ambos tratamientos

Variable	n	S			SS			Diferencia			
		Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Mín.	Máx.		
Producción de leche (g)	10	937,86	340,8	221	1631	10	959,9	418,8	159	1900	NS
Grasa (%)	27	4,73	1,69	1,24	7,74	30	5,58	1,52	2,48	9,01	NS
SNG (%)	27	9,26	1,01	5,73	10,5	30	9,46	0,92	7,07	11,6	NS
ST (%)	27	14,0	2,21	10,09	18,28	30	15,04	2,33	9,55	20,59	NS
Proteína (%)	27	4,27	0,35	3,72	4,88	30	4,35	0,41	3,4	5,39	NS
Lactosa (%)	27	4,15	0,32	3,49	4,64	30	4,19	0,35	3,34	5,06	NS
Sales (%)	19	1,15	0,69	0,84	4	21	0,98	0,08	0,8	1,14	NS

Nota. S: grupo suplementado; SS: grupo sin suplementación; DE: desvío estándar; NS: diferencias no significativas ($p < 0,05$).

Figura 2.



A. Producción de leche caprina expresada en gramos. **B.** Porcentaje de grasa en leche. **C.** Porcentaje de proteína en leche. **D.** Porcentaje de lactosa en leche en función del control lechero (CL) para los tratamientos S y SS

análisis estadístico no manifiesta diferencias significativas, se observa una curva de producción de leche ligeramente mayor para el grupo no suplementado (SS), la cual se sostiene durante CL1, CL2 y CL3. Por el contrario, en CL4 no se observa dicho comportamiento, y la producción de leche del grupo SS cae ligeramente por debajo del grupo S. Contreras et al. (2023) reportan que “la producción caprina en SSP logran condiciones nutricionales óptimas, sin requerimientos de insumos alimenticios externos”. Por ello, se puede inferir que el desempeño de los animales en la lactancia no respondió significativamente al efecto de la suplementación durante la época estival.

Durante los meses cálidos y húmedos del Chaco Semiárido, se produce la mayor cantidad y calidad de forraje (pasturas y frutos de especies nativas) en los SSP. Los frutos de las leñosas nativas presentes en la región más característicos de la temporada estival son el algarrobo, el mistol y el

chañar, conocidos por su alto valor nutricional y su producción variable de un año a otro. Estos frutos caen en un breve periodo durante la estación húmeda y su disponibilidad es limitada debido tanto a la rapidez con que son consumidos, como a su rápida descomposición (Cotroneo et al., 2016). Por el contrario, el descenso de la producción de leche para los dos tratamientos durante CL4, puede corresponderse con el inicio del otoño, momento en el que se presentan modificaciones en la dinámica de la vegetación, con nula disponibilidad de frutos del monte para el ganado y disminución de la calidad de las pasturas exóticas. Según Lizzi y Cornacchione (2010), el contenido de proteína bruta (PB) al final de la estación de crecimiento tiene un valor promedio de 3.8% para el *Panicum sp.*

Uno de los factores más determinantes en el contenido graso de la leche caprina es la alimentación (Morand, 2005; Salvador y Martínez, 2007). Nepas (2005) reporta que el uso de semilla de algodón en

vacas en lactancia mejora la producción de leche y el contenido de grasa, lo que a su vez incrementa el porcentaje de sólidos totales. Esto se debe a que una parte de la grasa presente en la semilla de algodón se transfiere directamente a la grasa de la leche. Por otro lado, García et al. (2013) reportan que el porcentaje de grasa en leche de cabras Saanen disminuyó cuando se les ofertó dietas con mayor PB. La Figura 2B refleja el comportamiento del contenido de grasa a lo largo de los CL. Al igual que la producción diaria, el aporte de la semilla de algodón no reflejó diferencias significativas en el grupo S. El comportamiento de la curva de contenido de grasa se incrementa a lo largo de la lactancia para ambos tratamientos, tal como mencionan Fekadu et al. (2005). Resulta destacable que la suplementación con lípidos en cabras en lactancia media o tardía no incrementó significativamente la producción de leche, como se constató en el presente ensayo. No obstante, según Chilliard et al. (2003), esta práctica provoca un aumento pronunciado en el contenido graso de la leche.

El comportamiento del contenido de proteína y lactosa se observa en las figuras 2C y 2D, respectivamente. Para el caso de la lactosa, no se presentaron grandes variaciones a lo largo de la lactancia ni para los distintos tratamientos (S y SS). Se observa un leve incremento al inicio del período de lactancia, coincidiendo con lo señalado por Pinto et al. (1992), quienes señalan que los niveles de lactosa tienden a ser ligeramente más altos al inicio de la lactancia (durante los primeros cuatro meses), en comparación con los valores registrados hacia el final del período. En el caso de la proteína, en CL2 se observa un incremento en la curva en S y SS, el cual se puede atribuir al consumo de frutos aportados por el monte nativo, los cuales poseen un gran valor alimenticio, siendo ricas en hidratos de carbono, proteínas, hierro y calcio, y un 69% de materia seca (Armijo et al., 2019).

En esta región, la algarroba, el mistol y el chanar presentan cortos períodos de fructificación, concentrados entre fines del mes de diciembre y principios de enero (Figurero y Dantas, 2006; Sar-

miento y Villarreal, 2023). En CL3 se observa un mayor porcentaje de proteína para SS, el cual no es significativo. Esto podría deberse a un efecto sustitutivo, debido a que las semillas algodón eran ofrecidas por la mañana, justo antes que las cabras salieran a pastorear luego de un prolongado ayuno. En consecuencia, se debe contar con una estrategia para ofrecer un complemento alimenticio en un determinado horario, donde se optimicen las respuestas productivas de las cabras (Granados et al., 2022).

Al alimentar cabras con ensilaje de maíz, sorgo y girasol, Noguera et al. (2011) encontraron diferencias importantes en cuanto a la respuesta de rendimiento y composición láctea. Por un lado, en cabras de la raza Saanen obtuvieron mayores rendimientos cuando ofrecieron ensilaje de girasol (7.3 PB), mientras que las de raza Alpina alcanzaron mejores rendimientos cuando consumieron ensilaje de maíz (7.5 PB). Esto podría indicar que, además de las características energéticas y proteicas de la dieta ofrecida y su influencia, no debemos olvidar las condiciones genéticas del animal. La no degradabilidad de la proteína en el rumen podría ser, posiblemente, el factor que más impacta en el contenido proteico de la leche (García et al., 2013).

Conclusiones

La suplementación con semilla de algodón agroecológico no mostró un efecto significativo en la producción ni composición de la leche caprina post destete durante la época estival producida en un sistema silvopastoril, sugiriendo que la dinámica de la oferta de forraje de este cubre los requerimientos energéticos de la lactancia sin necesidad de insumos alimenticios externos.

El diseño de SSP con enfoque agroecológico fomenta interacciones ecológicas que optimizan la eficiencia del sistema mediante la diversificación de estratos vegetales de uso forrajero (árboles, arbustos y pastos) que mejoran el tratamiento, el reuso de materia orgánica y contribuye a la termorregulación animal, reduciendo el estrés calórico y la dependencia de insumos externos.

Resta avanzar en el efecto de esta suplementación durante el invierno para incrementar tecnologías enfocadas a mejorar la productividad de las majadas caprinas, especialmente en sistemas de la agricultura familiar.

Referencias

- Akande, K. E., Doma, U. D., Agu, H. O. y Adamu, H. M. (2010). Major antinutrients found in plant protein sources: their effect on nutrition. *Pakistan journal of nutrition*, 9(8), 827-832. <https://doi.org/10.3923/pjn.2010.827.832>
- Álvarez, F. M. L., Pineda, C. M. L., Chacón, V. A. y Cubero, C. E. (2022). Características fisiocoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosadas. *Agronomía Mesoamericana*, 47039-47039. <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47039>
- Armijo, N. M. G., Moreno, R. A., Blanco, C. E., Borroel, G. V. J. y Reyes-Carrillo, J. L. (2019). Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(1), 113-122. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1728>
- Blum, D., Aguiar, S., Sun, Z., Müller, D., Alvarez, A., Aguirre, I. y Mastrangelo, M. (2022). Subnational institutions and power of landholders drive illegal deforestation in a major commodity production frontier. *Global Environmental Change*, 74, 102511. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102511>
- Castagnasso, H., Miceli, E., Dietrich, M. y Lacchini, R. (2007). Composición de leche de cabra criolla y cruza Criolla x Nubian. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camelíidos Sudamericanos. Mendoza, Argentina
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J. y Lamberet, G. (2003). A review of nutritional and physio-logical factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of dairy science*, 86(5), 1751-1770. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73761-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8)
- Contreras, M., Auhad, L., Renolfi, R., Ruiz, S., Martínez, M., Piedrasanta, R. y Pisano, P. (2016). Caracterización del manejo de la majada caprina en el suroeste Santiagueño. Serie de informes técnicos, INTA Ediciones, C. Divulgación, (92), 23.
- Contreras, M., Córdoba, A. y Álvarez, C. (2023). La producción caprina en sistema silvopastoril (SSP) como práctica agroecológica sustentable, en Santiago del Estero. En M. Contreras y L. Auhad (Eds.), *Diarios de la majada*. (pp. 16-20). Ediciones INTA.
- Córdoba, A., Contreras, M., Coronel, S., Ledesma, O. y Acuña, F. (2023). Producción de carne caprina en un Sistema Silvopastoril del Chaco Semiárido. En M. Contreras y L. Auhad (Eds.), *Diarios de la majada*. (pp. 8-15). Ediciones INTA.
- Córdoba, A., Ledesma, O. y Acuña, F. (2023). Producción de *Megathyrsus maximus* y evaluación de parámetros productivos de una majada caprina en un Sistema silvopastoril del Chaco Semiárido. Sistemas Silvopastoriles: Hacia una Diversificación Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia. <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2023/10/Actas-XII-Congreso-Internacional-Silvopastoril.pdf>
- Correa, A. (2006). Relevamiento de Índices Productivos Productores Lecheros Caprinos Provincia de Buenos Aires. Cuarto Informe Anual de Actividades (2005-2006). SAGPyA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/16-relevamiento_2005-2006.pdf
- Cotroneo, S. M., Jacobo, E. J., Bosio, E. A., Karlin, U. O., Brassiolo, M. y Golluscio, R. A. (2016). Bases e

interrogantes para el manejo sostenible de los recursos forrajeros del bosque nativo en el Chaco semiárido santiagueño. En M. E. Román y M. del C. González (Eds.), *Transformaciones agrarias argentinas durante las últimas décadas. Una visión desde Santiago del Estero y Buenos Aires.* (pp. 243-276). Orientación gráfica editora SRL. https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Cotroneo/publication/358105320_Bases_e_interrogantes_para_el_manejo_sostenible_de_los_recursos_forrajeros_del_bosque_nativo_en_el_Chaco_semiárido_santiagueño/links/61f02a16c5e3103375bd7aff/Bases-e-interrogantes-para-el-manejo-sostenible-de-los-recursos-forrajeros-del-bosque-nativo-en-el-Chaco-semiarido-santiagueno.pdf

Granados, R. L. D., Maldonado, J. J. A., Bautista, M. Y., Garay, M. J. R. y Álvarez, O. M. G. (2022). El horario de complementación alimenticia modifica la respuesta productiva de cabras lecheras en pastoreo. *Revista MVZ Córdoba*, 27(1), e2340-e2340. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2340>

Fekadu, B., Soryal, K., Zeng, S., Van Hekken, D., Bah, B. y Villaquiran, M. (2005). Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. *Small Ruminant Research*, 59(1), 55-63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.12.003>

Figurero, G. G. y Dantas, M. (2006). Recolección, procesamiento y consumo de frutos silvestres en el noroeste semiárido argentino. Casos actuales con implicancias arqueológicas. *La Zaranda de Ideas*, 2, 35-50. <https://plarci.org/index.php/lazarandadeideas/article/view/611>

Finance, P. (2011). *Caracterización del sector caprino en la Argentina.* <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/procal/>

estudios/04_Caprino/SectorCaprino_Arentina.pdf.

Frau, S. F., Togo, J., Pece, N., Paz, R. y Font, G. (2010). Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 109. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15704>

Frau, F., Font, G., Paz, R. y Pece, N. (2012). Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 111(1), 1-7.

Frigerio K. L. y Rossanigo C. E. (1995). Composición de la leche de cabras criollas tipo sanluiseña y relación entre sus componentes. *Vet. Arg.* 12(120), 682-688.

García, C. M., Salas, P. L., Esparza, R. J. R., Preociado, R. P. y Romero, P. J. (2013). Producción y calidad físicoquímica de leche de cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía mesoamericana*, 24(1), 169-176. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212013000100015&script=sci_arttext

Ghibaudi, M., Simonetti, L., Ponce, V., De Lima, A., Feoli, E., Flor, S. y López, C. (2018). Introducción a la lechería caprina. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agro-industrial y Ambiental*, 5, 50-60.

Ginzburg, R. y Torrella, S. (2022). Impacto de la ley nacional de bosques nativos sobre su conservación: Provincias de Chaco, Formosa, Salta y Santiago del Estero. *Proyección. Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*, 16(31), 127-158. <https://doi.org/10.48162/rev.55.023>

- Gómez, N. A., Paz, V. M., y Céspedes, F. A. (2020). Experiencia: algodón agroecológico: valor agregado y comercialización. *Congreso Gran Chaco Americano*, 268(4200).
- Koza, G. A., Mussart, N. B., Fioranelli, S. A., Chamale, G. Á. y Coppo, J. A. (2009). Respuesta de indicadores nutricionales en vaquillas suplementadas con semillas de soja y algodón en Chaco, Argentina. *Revista Veterinaria*, 20(1), 15-21. <https://doi.org/10.30972/vet.2011876>
- Lizzi, J. M. y Cornacchione, M. V. (2010). Información y Experiencias en el Manejo de Pasturas Subtropicales en la Región Semiárida. *Jornada de Actualización Ganadera AACREA Regional Córdoba Norte*, 8-19.
- Morand, F. P. (2005). Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small ruminant research*, 60(1-2), 25-43.
- Murgueitio, E. y Ibrahim, M. (2009). Ganadería y medio ambiente en América Latina. En: E. Murgueitio, C. A. Cuartas y J. F. Naranjo, (Eds), *Ganadería del futuro. Investigación para el desarrollo* (pp. 19-40). Fundación CIPAV.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C. y Naranjo, J. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPI), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501-507. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728001.pdf>
- Nepas, L., y Beltrán, H. (2005). Eficiencia de la semilla de algodón en el incremento de sólidos totales en la leche de origen bovino. Cayambe-Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 4(1), 76-77.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A. y Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- Noguera, R., Bedoya-Mejía, O. y Posada, S. (2011). Producción, composición de la leche y estatus metabólico de cabras lactantes suplementadas con ensilajes. *Livest Res Rural Dev*, 23(11).
- Noguera, T. Á., Salmerón, F. y Reyes, S. N. (2019). Bases teórico-metodológicas para el diseño de sistemas agroecológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 51(1), 273-293. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652019000100020&script=sci_abstract&tlang=en
- Oliszewski, R., Rabasa, A. E., Fernández, J. L., Poli, M. A. y Núñez de Kairúz, M. S. (2002). Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Zootecnia tropical*, 20(2), 179-189. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692002000200003
- Paz, R., Alvarez, R., Lipshitz, H., Degano, C., Usandivaras, P., Cataño, L., Lamadrid, S. y Togo, J. (2002). *Sistemas de producción campesinos caprinos en Santiago del Estero: Proyección y desafíos para el desarrollo del sector*. Fundapaz. https://produccion-animal.com.ar/libros_on_line/32-caprinos_campesinos_Santiago/32-caprinos_Santiago.pdf
- Paz, R., Togo, J. A. y López, C. (2007). Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (santiago del estero, argentina). *Revista Científica*, 17(2), 161-165. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007000200009
- Pinto, C. M., Brito, C., Fraser, L. B., Molina, C. L. y Gómez, C.E. (1992). Composición química de leche de cabra mestiza saanen. *Terra Arida*, 11, 138-144.

- Raynal, L. K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I. y Chilliard, Y. (2008). Composición de los productos lácteos de cabra y oveja: una actualización. *Investigación sobre pequeños rumiantes*, 79 (1), 57-72. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.009>
- Rossanigo, C. E., Frigerio, K. L., Colomer, J. S. y López, J. B. (1996). Resultados de producción de la cabra criolla sanluiseña (Argentina). En *Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia* (pp. 259-265). Fundación Caja Rioja.
- Salvador, A. y Martínez, G. (2007). Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 48(2), 61-76. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0258-65762007000200001
- Santana, R. y Uribe, C. (2009). Rutina de ordena y calidad higiénica de la leche. *Boletín Inia*, 148, 1-8.
- Sarmiento, M. Á., & Villarreal, M. (2023). Oportunidades, limitaciones y desafíos en la producción y comercialización de frutos del bosque chaqueño. *De Prácticas y Discursos*, 12(19). <https://doi.org/10.30972/dpd.12196683>
- Valenti, A. (2002). *Mercado de lácteos caprinos. Informe Final*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones.
- Vera, C. (2021). Efectos tóxicos en cabras suplementadas con semillas de algodón en la provincia de Formosa. https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/53334/RIUNNE_FVET_FG_Vera_C.pdf?sequence=1&isAllowed=
- Young, A. (1989). Agroforestry for soil conservation. *Science and Practice of Agroforestry*, 4(276).