

# Inclusión de subproducto de Chía (*Salvia hispanica* L.) en la ración de vacas lecheras y su efecto en la producción y composición de la leche

## Nota Técnica

### Inclusion by-product of Chía (*Salvia hispanica* L.) in the ration of dairy cows and its effect on milk production and composition

#### Technical note

Patricia Criscioni<sup>1\*</sup>, Néstor Ferreira<sup>2</sup>, Marcos Páez<sup>2</sup>, Marta Lara<sup>3</sup>, José Peralta<sup>4</sup>, María Paz-Corrales<sup>1</sup>, Lidia Gauna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal. Campus UNA, San Lorenzo, Paraguay.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Fabrica de Balanceados. Campus UNA, San Lorenzo, Paraguay.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Campus UNA, San Lorenzo, Paraguay.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. Vice Decanato. Campus UNA. San Lorenzo, Paraguay.

\*Autor para correspondencia: pcriscioni@vet.una.py

#### RESUMEN

Algunos subproductos, pueden ser utilizados en alimentación animal dependiendo de sus características nutricionales, con respecto a esto el subproducto de Chía presenta poca información sobre uso del mismo en raciones de vacas lecheras. Con el objetivo de evaluar la inclusión de torta de Chía (*Salvia hispanica* L.) en la ración de vacas lecheras y su efecto en la producción y composición química de la leche, se llevó a cabo el siguiente experimento. Fueron seleccionadas diez vacas de raza Holstein en primer tercio de lactación, PV 500 ± 50 kg, se utilizó un diseño cruzado con dos tratamientos, en 2 periodos. Un grupo fue alimentado con inclusión de torta de Chía en la ración (Dieta 1) y el otro sin inclusión de torta de Chía en la ración (Dieta 2). Los animales fueron mantenidos en las mismas condiciones de sanitación y manejo, con dos ordeños diarios, a la mañana y tarde. Tras 12 días (d) de adaptación a la dieta, y durante un periodo de mediciones de 5 d, se registraron diariamente la ingesta de alimentos, producción láctea individual y se tomaron muestras para determinar la composición química de la misma. Se presentaron diferencias estadísticas significativas en la producción de leche a favor de la Dieta 2 ( $P < 0,05$ ), siendo de 27,3 ± 3,28 L para Dieta 1 y 28,85 ± 2,46 L para Dieta 2. En cuanto a la composición química de la leche se presentaron diferencias significativas en proteína cruda (3,02 ± 0,21 y 3,25 ± 0,1%), y sólidos no grasos (8,5 ± 1,24 y 8,98 ± 0,28%); en cuanto a los ácidos grasos detectados las diferencias fueron no significativas ( $P < 0,05$ ). Se presentaron diferencias entre ambas dietas en algunos parámetros, esta diferencia podría deberse al contenido de lípidos de la Dieta 1.

**Palabras clave:** Alimentación de rumiantes; *Salvia hispánica* L.; subproductos

#### ABSTRACT

Some by-products can be used in animal feeding depending on their nutritional characteristics, with respect to this, Chía by-product have not been well investigated. The objective of this experiment was to study the inclusion of Chía by-products (*Salvia hispanica* L.) in the ration of dairy cows and its effect on the performance productive and milk composition. Ten Holstein cows in the first third of lactation, PV 500 ± 50 kg were selected, were assigned to 2 treatments in a crossover design, where each cows received both treatments in 2 periods. One group was fed with inclusion of Chía cake in the ration (Diet 1) and the other without inclusion of Chía cake in the ration (Diet 2). Diets were formulated to be isoenergetic. The animals were kept under the same sanitation and management conditions, with two daily milkings, in the morning and afternoon. After 12 days of adaptation to the diet, and during a 5-day measurement period, feed intake and individual milk production were recorded daily, and samples were taken to determine the chemical composition. Milk production was difference for both diets ( $P < 0.05$ ); Diet 1: 27.34 ± 3.28 L vs 28.85 ± 2.46L for Diet 2. Chemical composition of the milk, showed significant differences in crude protein (3.02 ± 0.21 and 3.25 ± 0.1%), and not fat solids (8.5 ± 1.24 y 8.98 ± 0.28 %); for the fatty acids detected differences were not significant ( $P < 0.05$ ). Differences were observed between both diets in some parameters; probably because of the lipid content in Diet 1.

**Key words:** Ruminant feeding; *Salvia hispanica* L.; by-products

## INTRODUCCIÓN

Por sus implicancias en la generación de empleo, en la seguridad alimentaria y en el arraigo del productor rural a través de la generación de ingresos, la industria láctea representa uno de los sectores más importantes de Paraguay, donde está dominada principalmente por cooperativas y empresas de capital privado situadas principalmente en la Región Chaco Central y en el centro y el sur de la Región Oriental y se dedican a la producción láctea, así como elaboración de quesos, mantecas y otros [1].

Gómez Osorio y col. [2], mencionan que el elevado costo de los insumos alimenticios puede ser limitante para la rentabilidad de la producción de leche. A nivel mundial, la producción de Chía (*Salvia hispánica* L.), registró un aumento vertiginoso, en el periodo 2011-2014 experimentó un crecimiento promedio anual del 10 %; en la actualidad, Argentina, Paraguay y Bolivia concentran cerca del 8 % de la producción mundial [3]. El residuo resultante de la extracción del aceite (torta de Chía) puede ser utilizado en la alimentación animal. Si bien existe poca información sobre este subproducto y su utilización en alimentación animal; Coronel y col. [4], mencionan una composición química con los siguientes valores: MS 91,38 %, PC 19,4 %, Extracto Etéreo 14,4 %. FAD 27,5 %, FDN 40,4 % y ceniza 5,5 %. Teniendo en cuenta factores como la variación de los costes de ingredientes, el aumento en la producción de Chía que posterior a la extracción de aceite genera un subproducto o torta cuya composición o perfil físico-químico nos permitiría incluirlo en las raciones para alimentación de diferentes especies de interés zootécnico. Considerando que existe poca información o referencias respecto a su uso con esta investigación se plantea el objetivo de evaluar dos dietas mixtas incluyendo torta de Chía en el concentrado de una de ellas, como alternativa en la alimentación animal, manteniendo el desempeño productivo

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la división Ganado Bovino de Leche del Departamento de Producción animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay; entre los meses de Julio a septiembre del 2022. El establecimiento se encuentra ubicado en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay, pertenece a la zona agroecológica Centro (ZAE 2), constituida por los departamentos de Central, Cordillera y Paraguarí. La población aproximada del área es de 2.626.917 habitantes.

En cuanto a las características topográficas de la ciudad, es suelo es ondulado, la altitud media es de 134 m con mínima de 77 m y máxima: 192 m. En los meses de estudio las temperaturas mínimas y máximas promedio fueron de 15-27°C respectivamente. Humedad relativa variable entre 50-60 %. En cuanto a las precipitaciones se registraron promedios variables que van entre 47 y 75 mm. Fueron seleccionadas 10 hembras bovinas de la raza Holstein en lactación (3 a 8 semanas de parición y entre 3 a 5 números de partos) y divididas en dos grupos homogéneos de 5 vacas con peso promedio de 500 ± 50 kg, producción previa y días de lactación similares, en un diseño cruzado (2 tratamientos cruzados en 2 periodos). Los tratamientos consistieron en 2 raciones mixtas (TABLA I) el forraje fue el mismo para ambos grupos, la diferencia en un tratamiento fue la inclusión de torta de Chía hasta 2 % en la formulación. Para los requerimientos de nutrientes se siguieron recomendaciones para vacas en lactación [5]. Las raciones fueron ofrecidas después de cada ordeño a las 5:00 y 15:00 h. Los animales tuvieron libre acceso al agua. La composición bromatológica de alimentos se realizó en el

**TABLA I**  
Composición química de las raciones

Items (%)	Dieta 1	Dieta 2
MS	59,59	59,60
PC	16,23	15,41
EE	4,11	3,89
FB	15,03	15,03
FDN	34,92	30,92
FAD	17,81	17,81
NDT	73,63	75,50
Cenizas	6,67	5,00
EM (Mcal/kg MS)	2,66	2,66

MS: Materia Seca, PC: Proteína Cruda, EE: Extracto, etéreo, FB: Fibra Bruta, FDN: Fibra Neutro Detergente; FAD: Fibra Ácido Detergente, NDT: Nutrientes Digestibles totales; EM: Energía metabolizable

laboratorio de Bromatología, Nutrición y Alimentación Animal de la FCV-UNA y para los análisis de composición química de la leche las muestras fueron remitidas a laboratorios privados.

## Animales y alimentación

Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación a la dieta durante doce días (fase de adaptación); luego una fase experimental, con una duración de cinco días, donde se registró la producción de leche por animal·día<sup>-1</sup>, alimento ofrecido y rehusado y se tomaron muestras de leche para determinar composición química y ácidos grasos. Los tratamientos consistieron en dos raciones mixtas diferentes, con ensilado de maíz como forraje, en cuanto al balanceado, uno de ellos con inclusión de torta de Chía. (Dieta 1) La relación forraje: concentrado utilizada fue de 60:40 respectivamente, la formulación y nivel de inclusión de torta de Chía (hasta 2 % de inclusión del subproducto) se hizo según la composición química de la materia prima para ajustar a los requerimientos del animal [5]. Los tratamientos consistieron en dos raciones mixtas, utilizando el mismo forraje en ambos, quedado conformados de la siguiente forma:

- » Tratamiento 1 (Dieta 1): Ración con inclusión de subproducto de Chía + forraje (ensilado de maíz)
- » Tratamiento 2 (Dieta 2): Ración sin inclusión de subproducto de Chía + forraje (ensilado de maíz)

## Periodo experimental, mediciones y análisis de laboratorio

Posterior al periodo de adaptación en la fase o periodo experimental, se realizó el muestreo de leche (30 mL·animal<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>, en dos ordeños) y se registró la producción láctea por animal/día y consumo de alimento.

Ambos periodos estuvieron separados por un periodo de estabilización o "lavado". Con este diseño se buscó disminuir la variabilidad. La frecuencia de ordeño fue de 2 veces por día; a la mañana (05:00 h) y por la tarde (15:30 h), las raciones fueron distribuidas pos ordeño, en lugares establecidos para cada vaca, para asegurar el consumo de alimentos según identificación del animal; posterior a ello, las vacas fueron trasladadas directamente al corral de descanso, con acceso libre a agua.

Para la toma de muestra de leche, la misma se extrajo posterior al ordeño y apunte de producción, el nivel de producción se midió mediante medidor volumétrico (marca MK V Hamilton NZ) y luego se colectaron las muestras en tubos de colecta estériles previamente identificados según número de animal para ser remitidos al laboratorio.

Las muestras de ingredientes para formulación y de las raciones para análisis de composición química fueron remitidas al laboratorio de Bromatología, Nutrición y alimentación animal de la FCV-UNA. Previo a sus análisis fueron secadas en estufa a aire forzado (Marca Quimis, modelo Q314M292. SP.Brasil) a 60°C por 48 horas (h) y luego fueron molidas para pasar un tamiz de 1 mm de diámetro previamente al análisis. El análisis químico se realizó mediante métodos oficiales [6] para MS (Nº 934.01), para ceniza (Nº 942.05), EE (Nº 920.39), la materia seca se determinó mediante secado a 102±2°C por 24 h, la ceniza se determinó mediante incineración en mufla eléctrica a 550°C durante 6 h. El extracto etéreo se extrajo con éter de petróleo, posterior a una hidrólisis ácida (analyzer de grasa diseñado según el principio de extracción de Soxhlet, Marca Biobase Modelo BFA-2. Shandong. China) FDN y FAD fue medido a través de un analizador de fibra Tecnal (Modelo TE-149. SP. Brasil), para FDN y FAD [7]. Carbono y Nitrógeno de acuerdo al principio de Dumas, (CN828 Leco Corporation, St Joseph, MI), multiplicando el nitrógeno por el factor 6,25 se obtuvo el valor de Proteína Bruta. La energía por bomba calorimétrica isoperibólica (Marca Biobase, modelo BK-1A+.Shandong. China). Las muestras de leche obtenidas fueron debidamente identificadas y refrigeradas, para luego ser remitidas para análisis de control lechero, (Marca Foss, Milkoscam FT, Hilleroed, Denmark), para el perfil de ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases con detector de ionización por llama.

### Análisis estadístico

Las variables medidas del ensayo, correspondieron a la cantidad de leche producida por animal-día<sup>-1</sup> (L·animal<sup>-1</sup>·día<sup>-1</sup>). Composición química expresada en porcentaje, y lo que refiere específicamente a grasa láctea en g·100 g<sup>-1</sup>. El modelo para las variables dependientes incluía el efecto fijo de la dieta, el período y el efecto aleatorio animal. Las medias y las diferencias se consideraron significativas cuando  $P < 0,05$ . Se utilizó el programa estadístico Infostat versión estudiantil.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la TABLA II, se observa el efecto de la dieta sobre la producción y composición de leche, con y sin inclusión de subproducto de Chía en la ración para vacas lecheras

### Producción de leche

La producción de leche diaria fue en promedio de 27,34 L para Dieta 1 y 28,85 L para Dieta 2 siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ).

En un experimento con inclusión de diferentes niveles de semilla de Chía en cabras lecheras, los autores no encontraron diferencia estadísticamente significativa en la producción láctea entre tratamientos [8]. En la misma línea [9] en un estudio de suplementación de cabras lecheras en pastoreo con semillas descarte de Chía (*Salvia hispanica*); subproducto de muy bajo costo no encontró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos respecto a la producción promedio de leche.

**TABLA II**  
Producción láctea (L) y composición química de la leche (n=10) según tipo de dieta

Variable <sup>a</sup>	Dieta 1 Media ± DS	Dieta 2 Media ± DS	P-valor
Promedio de leche (L·Vaca <sup>-1</sup> ·día <sup>-1</sup> )	27,34±3,28	28,85±2,46	0,010
Composición química (%)			
Grasa	3,07±0,8	3,18±0,7	0,580
Proteína	3,02±0,21	3,25±0,18	0,008
Lactosa	4,92±0,15	4,95±0,14	0,200
Sólidos totales	11,81±0,8	12,12±0,77	0,170
Sólidos No grasos	8,5±1,24	8,98±0,28	0,020
MUN <sup>a</sup>	17,43±2,77	18,66±2,95	0,180
pH	6,65±0,5	6,66±0,06	0,300

<sup>a</sup>MUN: Nitrógeno ureico en leche. Dieta 1 con inclusión de expeller de Chía Dieta 2 sin inclusión

Kokić y col. [10] evaluando la utilización de subproductos de industria ricos en ácidos linoleico y alfa-linolénico en la alimentación de rumiantes y el efecto sobre la producción y perfil de ácidos grasos en leche concluyen que la inclusión de subproductos seleccionados de la industria de semillas oleaginosas ricas en ácido linoleico (cáñamo, semillas de calabaza y girasol) y ácido alfa linoleico (camelina y semillas de lino) en la alimentación de rumiantes lecheros no presenta efectos perjudiciales sobre la producción y composición de la leche.

Así también Vafa y col. [11], analizaron los efectos de la suplementación con aceite de pescado y aceite de canola en la dieta sobre la producción y composición de leche en vacas Holstein en lactancia temprana, donde el rendimiento diario y el porcentaje de proteína de la leche, lactosa y sólidos magros no fueron afectados por las dietas ( $P > 0,05$ ).

En cuanto a la composición química de la leche los valores obtenidos en cuanto PC fueron de 3,0 % para el grupo Dieta 1 y 3,2 % para Dieta 2, siendo la diferencia de 0.20 % ( $P < 0,05$ ). Algunos estudios han señalado una reducción de proteínas en la leche con dietas suplementadas con grasa, Christensen y col. [12], dependiendo de la cantidad suministrada. Para el contenido de lactosa no se presentaron diferencias entre tratamientos ( $P > 0,05$ ), estos resultados son concordantes a los obtenidos por [13, 14], en cabras con distintos niveles de inclusión de semilla de Chía. Los valores para sólidos totales fueron similares en ambos tratamientos ( $P > 0,05$ ), resultado comparable al autor mencionado anteriormente [8]. Sólidos no grasos: Para sólidos no grasos se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo las medias 8,5 y 8,9 % para las dietas 1 y 2 respectivamente. En lo referente a nitrógeno ureico en leche las medias fueron 17,43 para Dieta 1 y 18,66 % para Dieta 2 ( $P > 0,05$ ). Tampoco se presentaron diferencias sobre el pH de la leche.

Como se observa en la TABLA III, el porcentaje de ácidos grasos oleico y omega 9 detectados en las muestras de leche fue mayor en la Dieta 1 en ambos periodos, siendo estas diferencias no significativas estadísticamente ( $P > 0,05$ ).

En cuanto a los ácidos grasos estos valores no presentaron diferencias significativas, aunque la cantidad presentada en Dieta 1 fue ligeramente mayor, teniendo en cuenta la importancia de los ácidos grasos esenciales y los monoinsaturados, [13, 14], mencionan

**TABLA III**  
**Ácidos grasos detectados en muestras de leche**

Ácidos grasos detectados (%)	Periodo 1		Periodo 2	
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 1	Dieta 2
Materia Grasa	3,00	3,00	2,30	2,90
Ac. Oleico (c:18:3 cis-9)	0,66	0,54	0,56	0,54
Grasas Omega 9	0,66	0,54	0,56	0,54

que el contenido de C18:0, aumenta ( $P<0,05$ ) en leche de cabras con dietas con alto contenido de semilla de Chía pudiendo esto deberse a la completa biohidrogenación del ácido linoleico y linolénico en el rumen, ya que la liberación de lípidos de la semilla en el rumen es más lenta.

## CONCLUSIONES

La producción diaria de leche en promedio fue de 27,34 L para Dieta 1 y 28,85 L para Dieta 2 ( $P<0,05$ ).

En cuanto a composición química de la leche, no presentaron diferencias significativas excepto para los valores de PC y sólidos no grasos. totales. Los ácidos grasos oleico y omega 9 detectados en las muestras de leche no presentaron diferencias ( $P>0,05$ )

Se cumplió con el objetivo general del trabajo de evaluar la inclusión de torta de Chía (*Salvia hispanica* L.) en la ración de vacas lecheras y su efecto en la producción y composición química de la leche.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue parcialmente financiado con los Fondos de Investigación del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción, adjudicado en el año 2022.

## Conflicto de Interés

Los autores declaran la no existencia de conflictos de intereses en el presente trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Servín MB, Arce MA. Paraguay: La competitividad en la industria láctea. [Internet]. Piribebuy (Paraguay): Centro de Análisis y Difusión de la Economía Paraguaya; 2015 [consultado 03 May. 2024]. Disponible en: <https://goo.su/61nUJt5>
- Gómez-Osorio LM, Posada-Ochoa SL, Olivera-Ángel M, Rosero-Noguera R, Aguirre-Martínez P. Análisis de la capacidad de la producción de la leche de acuerdo con la variación de la fuente de carbohidrato utilizada en el suplemento de vacas Holstein. Rev. Med. Vet. [Internet]. 2017 [consultado 03 May. 2024]; (34):9-22. Disponible en: <https://goo.su/SoUjxn>
- Scalise J. Caracterización y diagnóstico de la cadena de valor de la Chía en la Argentina [Internet]. Buenos Aires: Unidad para el Cambio rural (UCAR) – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina; 2015 [consultado 06 Jun. 2024]. 72 p. Disponible en: <https://goo.su/nl0T1>
- Coronel C, Corrales MP, Apezteguía J, Criscioni P. Composición química y digestibilidad *in vitro* de expeller de Chía *Salvia hispanica* L. Compend. Cienc. Vet [Internet]. 2019; 9(2):7-10. doi: <https://doi.org/g8p4m2>
- Calsamiglia S, Bach A, de Blas C, Fernández C, García-Rebollar P. Necesidades nutricionales para rumiantes de leche. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal (FEDNA); 2009. 89 p.
- AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 18<sup>th</sup> ed. Gaithersburg (MD, USA): AOAC International; 2006. 89 p.
- Van-Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. [Internet]. 1991; 74(10):3583-3597. doi: <https://doi.org/b6c78f>
- Schettino B, Vega S, Gutiérrez R, Escobar A, Romero J, Domínguez E, González-Ronquillo M. Fatty acid profile of goat milk in diets supplemented with Chia seed (*Salvia hispanica* L.). J Dairy Sci. [Internet]. 2017; 100(8):6256-6265. doi: <https://doi.org/gbqh3k>
- Martínez GM. Ensayo exploratorio: obtención de leche caprina funcional a partir de la suplementación con *Salvia hispanica* (Chía). Rev. Investig. Agropecu. [Internet] 2013 [consultado 03 May. 2024]; 39(3):305-311.
- Kokić B, Rakita S, Vujetić J. Impact of using oilseed industry byproducts rich in linoleic and alpha-linolenic acid in ruminant nutrition on milk production and milk fatty acid profile. Animals [Internet]. 2024; 14(4):539. doi: <https://doi.org/g8p4m3>
- Vafa TS, Naserian AA, Heravi Moussavi AR, Valizadeh R, Mesgaran MD. Effect of supplementation of fish and canola oil in the diet on milk fatty acid composition in early lactating Holstein cows. Asian-Australasian J. Anim. Sci. [Internet]. 2012; 25(3):311-319. doi: <https://doi.org/gb93n6>
- Christensen RA, Drackley JK, LaCount DW, Clark JH. Infusion of four long-chain fatty acid mixtures into the abomasum of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. [Internet]. 1994; 77(4):1052-1069. doi: <https://doi.org/cdsb2d>
- Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. J. Dairy Sci. [Internet]. 2003; 86(5):1751-1770. doi: <https://doi.org/ch6d3h>
- Ollier S, Leroux C, de la Foye A, Bernard L, Rouel J, Chilliard Y. Whole intact rapeseeds or sunflower oil in high forage or high-concentrate diets affects milk yield, milk composition, and mammary gene expression profile in goats. J. Dairy Sci. [Internet]. 2009; 92(11):5544-5560. doi: <https://doi.org/d92tbv>