

**Influencia de la suplementación con aceite de lino protegido en vacas lecheras sobre la producción de leche.**

**Influence of supplementation with calcium salts of protected linseed oil on productive performance of dairy cows in early lactation.**

Yaliska Milena Moreno Gonzalez

Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia.  
milena2y@gmail.com

ORCID.ORG/0000-0001-6643-7713

Recibido:8/6/2021 Aceptado: 20/10/2021 Publicado: 7/2022

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del suministro de sales cálcicas (AGPI-Ca) de aceite de lino rico en omega-3 (ácido  $\alpha$ -linolénico) sobre la producción y composición química de la leche en vacas lecheras en lactancia temprana. El período experimental tuvo una duración de 12 semanas. Se utilizaron 36 vacas Holando Argentino con  $56,4 \pm 3,0$  días de lactancia,  $586,8 \pm 15,4$  kg PV,  $2,3 \pm 0,2$  lactancias y  $37,7 \pm 1,5$  kg leche d-1 en un diseño en bloques completos aleatorizados. Los tratamientos fueron: 1) Omega-3 (O3): 12 kg MS día-1 de pastura de alfalfa (*Medicago sativa*) + 13,5 kg MS día-1 de TMR + 5,2 kg MS de concentrado incluyendo 0,85 kg d-1 de AG-Ca de aceite de lino y 2) Control (C): dieta similar a O3 pero se reemplazó la suplementación con lípidos por grano de maíz molido de modo que las dietas fuesen isoenergéticas. No se detectó efecto de tratamiento ( $P > 0,05$ ) para ninguna de las variables de producción y composición de leche, excepto para urea en leche

que resultó levemente mayor en O3 ( $P = 0,02$ ). La interacción tratamiento x semana resultó significativa ( $P < 0,05$ ) para producción y contenido de grasa, con diferencias significativas sólo en la 3° semana del período experimental a favor del grupo C (1,39 vs. 1,13 kg d<sup>-1</sup> y 3,86 vs. 3,23% para producción y tenor de grasa, respectivamente).

Palabras clave: vaca lechera, sales cálcicas de aceite de lino, ácido  $\alpha$ -linolénico, respuesta productiva, omega 3

### **Abstract**

The objective of this study was to determine the effect of the supply of calcium salts (PUFA-Ca) of flax oil rich in omega-3 ( $\alpha$ -linolenic acid) on the production and chemical composition of milk and its nutraceutical value in dairy cows in early lactation. The experimental period lasted 12 weeks. A total of 36 Holando Argentino cows with  $56.4 \pm 3.0$  days of lactation,  $586.8 \pm 15.4$  kg PV,  $2.3 \pm 0.2$  lactations and  $37.7 \pm 1.5$  kg milk d<sup>-1</sup> were used in a randomized complete block design. The treatments were: 1) Omega-3 (**O3**): 12 kg DM day<sup>-1</sup> of alfalfa pasture (*Medicago sativa*) + 13.5 kg DM day<sup>-1</sup> of TMR + 5.2 kg DM of concentrate including 0.85 kg d<sup>-1</sup> of PUFA-Ca of flax oil and 2) Control (**C**): diet similar to O3 but lipid supplementation was replaced by ground corn so that the diets were isoenergetic. No treatment effect was detected ( $P > 0.05$ ) for any milk production and composition variables, except for urea in milk that was slightly higher in O3 ( $P = 0.02$ ). The treatment x week interaction was significant ( $P < 0.05$ ) for production and fat content, with differences only in the 3rd week of the experimental period in favor of group C (1, 39 vs. 1, 13 kg d<sup>-1</sup> and 3.86 vs. 3.23% for production and fat content, respectively).

**Key words:** dairy cow, calcium salts of flax oil,  $\alpha$ -linolenic acid, productive response, omega

## Introducción

El aumento en el potencial productivo como resultado del mejoramiento genético, acentuó la necesidad de aumentar los niveles de concentrado en la dieta y sostener elevadas producciones de leche. En este contexto, en condiciones de alimentación base pastoril, el consumo de energía constituye un factor limitante para la producción de leche. Para aumentar la densidad energética de la ración, se ha recurrido a suplementar con granos de cereales, no obstante, un aporte excesivo de cereales podría afectar el ambiente ruminal y reducir la degradabilidad de la fibra, aumentando el riesgo de acidosis (Bargo et al., 2003; Schroeder et al., 2004).

Por otro lado, otra alternativa para elevar el consumo de energía es la inclusión de lípidos en las raciones de vacas lecheras de alta genética alimentados sobre una base pastoril debido a que las grasas contiene tres veces más energía neta de lactancia que los alimentos ricos en carbohidratos y proteínas a los que puedan reemplazar (Palmquist, 1984 citado por Schroeder, 2004). Es por ello, que los efectos negativos de la suplementación con granos de cereales podrían atenuarse suministrando lípidos protegidos contra la degradación ruminal.

La técnica de saponificación permite obtener sales cálcicas de ácidos grasos (AG). El aceite de lino es una fuente importante de AG omega-3 (n3), rico en ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3 n3) con bajas concentraciones de AG saturados. Las sales cálcicas de AG poliinsaturados pueden ser poco estables y presentar un cierto grado de disociación a nivel ruminal por los bajos pH comúnmente observados en condiciones de pastoreo. El objetivo fue determinar el efecto del suministro de sales cálcicas de aceite de lino sobre parámetros de producción y composición de leche en vacas lecheras en lactancia temprana.

## Materiales y métodos

Se utilizaron 36 vacas Holando Argentino (DEL  $56,4 \pm 3,0$  días, PV  $586,8 \pm 15,4$  kg, N° lactancias  $23 \pm 0,2$  y producción  $37,7 \pm 1,5$  kg d<sup>-1</sup>) seleccionadas de la estación experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Rafaela, de la provincia de Santa

Fé, Argentina. El periodo experimental tuvo una duración de 12 semanas, siendo 2 semanas de acostumbramiento a los lípidos y 10 semanas de toma de datos. Durante las 3 semanas previas al comienzo (covariable) las vacas recibieron la dieta control y luego fueron asignadas a dos tratamientos: **Omega-3 (O3)**: alimentación en base a pastura de alfalfa (*Medicago sativa*), TMR (silaje de maíz planta entera (63,5%), harina de soja (18,0%)), maíz molido (10,6%) y heno de alfalfa (7,9%)), concentrado comercial y sal cálcica de aceite de lino (base seca: 82,3% MS, 13,2% cenizas, 86,8% EE y 35,82% de C<sub>18:3 n-3</sub>) a una dosis de 0,85 kg d<sup>-1</sup> distribuida en los ordeños (a.m y p.m); **Control (C)**: ídem O3 pero se reemplazó la suplementación de lípidos por maíz molido a modo que las dietas fuesen isoenergéticas (equivalencia: 1 kg MS lípidos= 2 kg MS maíz).

Las vacas fueron pesadas individualmente con una balanza electrónica cada 7 días, luego del ordeño de la mañana e impidiéndoles el acceso al agua aproximadamente 2 h previas a la pesada. La variación diaria de PV entre dos pesadas sucesivas se calculó como la diferencia entre el peso final menos el peso inicial dividido por la cantidad de días transcurridos. Junto con la pesada se determinó la CC por dos observadores independientes usando una escala de 5 puntos (1 = extremadamente flaca y 5 = extremadamente gorda) con incrementos de 0,25 (Wildman et al., 1982) y el valor analizado fue el resultado promedio de ambos evaluadores.

El consumo total de MS fue estimado utilizando el NRC (2001). El consumo de MS de pastura se estimó descontando los consumos de MS de TMR + concentrado (determinados por el método de la diferencia) del consumo total de MS. La producción de leche se midió en forma individual y diaria y la composición de la leche se evaluó a partir de muestras individuales colectadas semanalmente. Los datos se analizaron según un diseño en bloques completamente aleatorizados con medidas repetidas en el tiempo ajustado por covariable.

## **Resultados y Discusión**

- **Producción y composición de la leche**

No se detectó efecto tratamiento para ninguno de las variables de producción y composición de leche evaluadas, excepto para contenido de urea en leche que resultó levemente mayor en O3 (Cuadro 1). No se detectaron diferencias entre tratamientos ( $P = 0,54$ ) en la concentración de proteína en leche promediando 31,2 g/kg de leche. Los contenidos de lactosa, ST, SNG y caseína no resultaron afectados ( $P > 0,05$ ) por la suplementación con O3.

La interacción tratamiento x semana resultó significativa para producción y contenido de grasa, con diferencias significativas sólo en la 5° semana del período experimental a favor del grupo control (1,39 vs. 1,13 kg d-1 y 3,86 vs. 3,23% para producción y tenor de grasa, respectivamente). Los consumos de MS total y de TMR (kg d-1) resultaron similares entre tratamientos (22,1 vs 22,7 y 12,8 vs. 13,1 para C y O3, respectivamente). Se detectó una tendencia ( $p < 0,06$ ) a un mayor consumo de MS de pastura en O3 con respecto a C (5,6 vs. 3,4 kgd-1, respectivamente). El consumo de concentrado en cambio, resultó mayor ( $p < 0,01$ ) en C con respecto a O3 (5,9 vs. 3,9 kg MS d-1, respectivamente).

**Cuadro 1:** Producción y composición de leche en vacas lecheras suplementadas (O3) o no (C) con aceite de lino protegido (0,85 kg d-1) durante 10 semanas.

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>		EEM	Trat
	O3	C		
Leche, kg d-1	33,4	33,8	0,85	0,72
LGC4%,kg d-1	29,9	31,1	0,95	0,40
LEC, kg d-1	29,8	30,9	0,92	0,40
Grasa, %	3,31	3,47	0,08	0,21
Grasa, kg d-1	1,10	1,17	0,04	0,20
Prot. Total, %	3,11	3,14	0,04	0,54
Prot. Total, kg d-1	1,03	1,06	0,03	0,41
Proteína Verdadera, %	2,89	2,92	0,04	0,54
Lactosa, %	4,87	4,83	0,02	0,17
Caseína, %	2,49	2,48	0,02	0,60
Urea, %	0,039	0,037	0,001	0,02

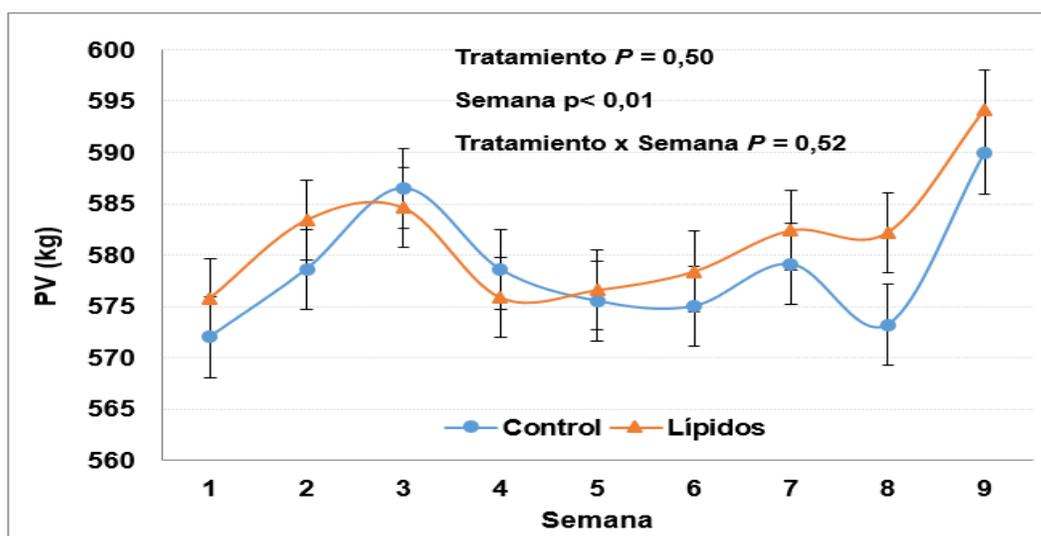
Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), <sup>1</sup>Trat, tratamientos; polinomio lineal y cuadrático; NS =  $p > 0,05$ ; \*,  $p < 0,05$ ; \*\*,  $p < 0,01$ . <sup>2</sup> Error standard de la media.

Los efectos de la suplementación con lípidos sobre la producción de leche han sido inconsistentes entre estudios, lo que probablemente esté asociado con la fuente de grasa utilizada (Rabiee et al., 2010). Se ha hecho la observación de que la respuesta productiva a los suplementos lipídicos puede depender del nivel de producción del animal y del grado de saturación de los lípidos (Relling y Reynolds, 2007; Rico et al., 2014).

En este trabajo de investigación, tanto la producción de leche como la producción de LGC4% no fueron afectadas por la suplementación con sales cálcicas de aceite lino, lo cual es coincidente con el estudio de Brzóška (2006), donde la producción de leche en vacas lecheras no difirió significativamente como resultado de la suplementación con sales cálcicas de aceite de lino con una ingesta diaria de 0,31, 0,61 o 0,94 kg/día, a pesar de la mayor concentración energética de la dieta.

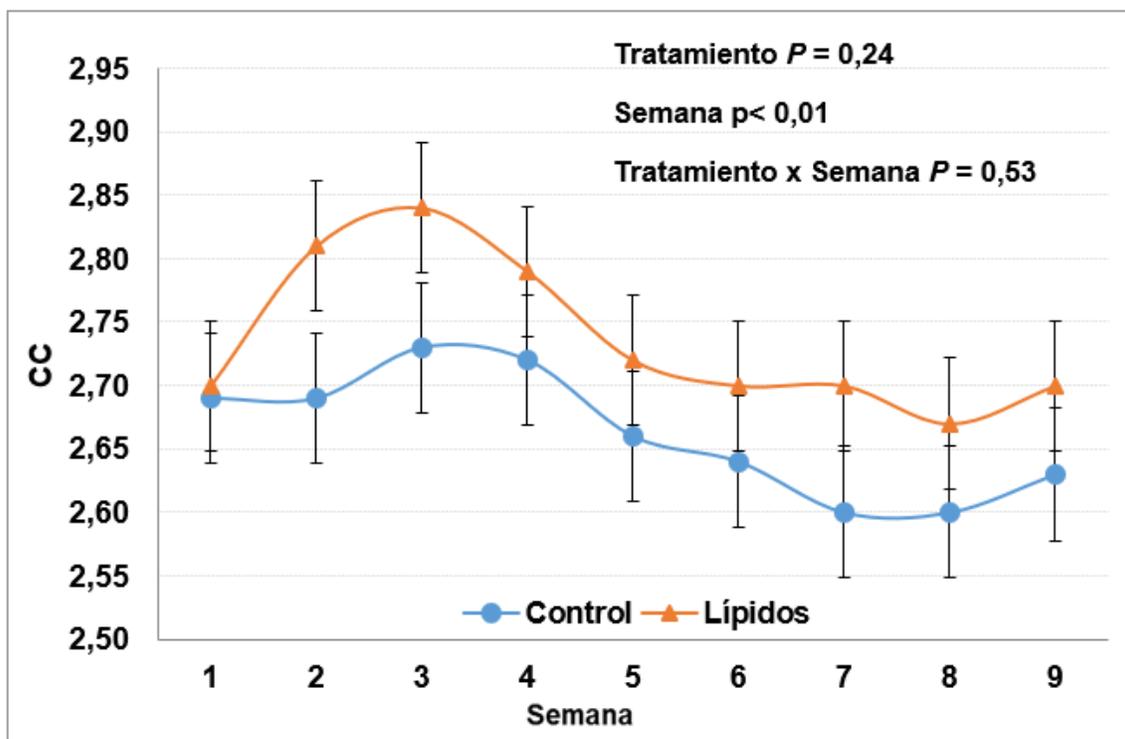
- **Peso Vivo y condición corporal**

No se observaron diferencias entre los tratamientos ( $P = 0,50$ ) para los valores de peso vivo (PV) durante el período experimental (Figura 4.11). La interacción tratamiento\*semana tampoco resultó significativa ( $P = 0,52$ ), indicando que la falta de respuesta a los tratamientos fue independiente de la semana del período experimental.



**Figura 1.** Evolución del peso vivo en vacas lecheras suplementadas (O3) o no (C) con aceite de lino protegido (0,85 kg día<sup>-1</sup>).

Resultados similares fueron obtenidos cuando la variable respuesta analizada fue la evolución de la condición corporal (CC; Figura 2).



**Figura 2.** Evolución de la condición corporal en vacas lecheras suplementadas (O3) o no (C) con aceite de lino protegido (0,85 kg día<sup>-1</sup>).

El PV y la CC resultaron similares entre tratamientos coincidentes con valores similares en los niveles circulantes de Betahidroxibutirato, parámetro indicador de lipo movilización determinado en un estudio complementario al presente referido a respuesta reproductiva (Iorio et al., 2016).

El peso corporal promedio de las vacas mostró una ligera tendencia a incrementarse con las semanas, lo que sugiere que podrían haberse sometido a un proceso de lipogénesis, el cual ocurre en las vacas durante el período posterior al pico de lactancia cuando comienzan a restaurar el tejido graso y el peso corporal perdido durante la lactancia. Se ha postulado que la suplementación con lípidos insaturados no reduce la pérdida de peso en vacas en inicio de lactancia ni favorece la reconstitución de reservas corporales en vacas en lactancia media (Gagliostro; Chilliard, 1992b).

## **Conclusiones**

En las condiciones del presente trabajo la suplementación con sales cálcicas de aceite de lino (0,85 kg d-1) no provocó efectos sobre la producción y composición de leche y los parámetros asociados a la variación de reservas corporales, excepto un leve aumento en el contenido de urea en leche. Tampoco afectó el consumo de forraje, sugiriendo que la protección de los lípidos por saponificación resultó efectiva.

## Referencias bibliográficas

Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., & Delahoy, J. E. (2003). Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 1-42. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4)

Schroeder, G. F., Gagliostro, G. A., Bargo, F., Delahoy, J. E., & Muller, L. D. (2004). Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science*, 86(1), 1–18.

Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(9), 4239–4251.

Relling, A. E., & Reynolds, C. K. (2007). Feeding Rumen-Inert Fats Differing in Their Degree of Saturation Decreases Intake and Increases Plasma Concentrations of Gut Peptides in Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1506–1515. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71636-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71636-3)

Rico, D. E., Ying, Y., & Harvatine, K. J. (2014). Comparison of enriched palmitic acid and calcium salts of palm fatty acids distillate fat supplements on milk production and metabolic profiles of high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5637–5644. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7723>

Brzóska, F. (2006). Effect of fatty acid calcium salts from linseed oil on the yield and n-3 fatty acid content of milk and on blood plasma parameters of cows. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15(3), 347. DOI: 10.22358/jafs/66906/2006

Iorio, J.D., Salado, E.E., González Moreno, Y.M., Curletto, D., Olmeda, M.F., Schmidt, G.C., Plattner, A.E., Palladino, R.A., Scandolo Lucini, D.E. Y Maciel, M.G. (2017). Suplementación con aceite de lino protegido en vacas lecheras: parámetros de estado corporal y metabolitos plasmáticos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 36 (Supl. 1): 267.

Gagliostro, G. A., & Chilliard, Y. (1992). Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. II. Efectos sobre la concentración plasmática de metabolitos y hormonas, movilización de lípidos corporales y actividad metabólica del tejido adiposo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 12, 17–32.