

Suplementación de vacas a pastoreo con ensilado de grano húmedo de maíz o concentrado comercial

Supplementation of grazing cows with high-moisture corn grain silage or a commercial concentrate

Alejandro Mendoza^{1*} 0000-0002-8517-6181

Yamandú Acosta¹

¹ Programa de Producción de Leche, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental INIA La Estanzuela, Ruta 50 km 11, 70000 Colonia, Uruguay. *Email: amendoza@inia.org.uy

Veterinaria (Montevideo) Volumen 56
Nº 214 (2020 Jul - Dic) e20205621401

DOI:10.29155/VET.56.214.1

Recibido: 10/04/2020
Aceptado: 12/06/2020

Resumen

Se evaluó el efecto de suplementar con ensilado de grano húmedo de maíz o un concentrado comercial sobre el consumo y producción de vacas lecheras. Cuarenta vacas pastoreando una pradera sembrada fueron asignadas a los siguientes tratamientos según un diseño de bloques completos al azar durante 9 semanas: sin suplementación, suplementación con 3 o 6 kg de materia fresca de ensilado de grano húmedo de maíz, suplementación con 3 o 6 kg de materia fresca de un concentrado comercial. Aunque el consumo de pastura disminuyó al aumentar el nivel de suplementación, el consumo total de nutrientes fue mayor. La producción de leche, sólidos, y la ganancia de peso aumentó al incrementarse el nivel de suplementación. No hubo efecto del tipo de suplemento, ni interacción entre tipo de suplemento y nivel de suplementación para las variables en estudio. La suplementación de vacas a pastoreo resultó en un mejor desempeño productivo, pero el tipo de suplemento no tuvo efectos relevantes sobre la respuesta animal.

Palabras clave: Producción de leche, Consumo, Suplementación.

Abstract

The effect of supplementation with high-moisture corn grain silage or a commercial concentrate on intake and milk production in dairy cows was evaluated. Forty cows grazing on improved pastures were assigned to five treatments according to a randomized complete block design for 9 weeks: no supplementation, supplementation with 3 or 6 kg (as fed) of high-moisture corn grain silage, supplementation with 3 or 6 kg (as fed) of a commercial concentrate. Although pasture intake decreased with increasing level of supplementation, total nutrient intake was higher. A higher milk, solids yield, and weight gain was observed with increasing level of supplementation. No effect of type of supplement or interaction between type of supplement and level of supplementation was observed for any trait. Supplementation of grazing cows resulted in a better performance, but type of supplement had no relevant effect on the animal's response.

Keywords: Milk production, Intake, Supplementation.

Introducción

En Uruguay, la estacionalidad en el crecimiento de las pasturas lleva a que, particularmente en otoño e invierno, la mayoría de los tambos suplementen con concentrados. Un 30% del total de concentrados suministrados a las vacas lecheras son granos de cereales cosechados húmedos y conservados como ensilados, como el ensilado de grano húmedo de maíz (EGHM), y un 16% son concentrados comerciales mezclas de granos de cereales y subproductos agroindustriales, con menor contenido de almidón que el EGHM (INALE, 2015). Una ventaja del ensilaje de granos húmedos es adelantar la liberación del potrero, disminuir las pérdidas durante la cosecha, y reducir costos asociados al secado artificial de los granos, lo que determina que, comparado a otros concentrados energéticos, tengan un menor costo relativo (Richards y Hicks, 2007). Adicionalmente, los granos ensilados húmedos presentan mayor digestibilidad de la materia seca (MS) y almidón en el tracto digestivo respecto a granos cosechados al alcanzar la madurez fisiológica, resultando en un mayor contenido de energía al compararlos con granos secos (NRC, 2001).

Sin embargo, a pesar de las ventajas teóricas del EGHM como suplemento de vacas a pastoreo, no hay trabajos que demuestren ventajas productivas de utilizarlo respecto a concentrados con menor degradabilidad ruminal del almidón (Soriano et al., 2000; Álvarez et al., 2001), o con menor contenido de almidón y mayor contenido de fibra de alta digestibilidad (Costa et al., 2014). Bargo et al. (2003) señalaron que, si bien la escasa información impide realizar conclusiones sólidas, no habría respuestas productivas claras favorables al procesamiento de granos (incluido el ensilado), o al uso de concentrados almidonosos respecto a fibrosos; estos autores indicaron que las respuestas variables entre experimentos podrían deberse a diferencias en la cantidad de suplemento ofrecido, la calidad de la pastura basal, o el potencial productivo de los animales, entre otros factores.

El objetivo fue evaluar la producción de vacas a pastoreo suplementadas con distintos niveles de EGHM o un concentrado comercial mezcla de grano secos de cereales y subproductos energéticos y proteicos de origen agroindustrial, típicamente usado en tambos de Uruguay. Se hipotetizó que suplementar con niveles crecientes de EGHM aumentará el consumo y la producción de sólidos, y que, a una oferta equivalente de energía, la respuesta será similar al usar un concentrado comercial.

Materiales y métodos

El experimento fue aprobado por la Comisión de Ética en el Uso de Animales de INIA, y se realizó en primavera. Se seleccionaron 40 vacas con $3,4 \pm 1,8$ lactancias (desvío estándar), 107 ± 30 días de lactancia, 519 ± 32 kg de peso vivo (PV), $2,7 \pm 0,7$ unidades de condición corporal, produciendo $22,4 \pm 1,6$ L/día. Fueron bloqueadas según estas variables, y en cada bloque

fueron asignados al azar a los tratamientos: sin suplementación (SIN); suplementación con 3 (CC3) o 6 (CC6) kg de materia fresca (MF) de un concentrado comercial (CC); suplementación con 3 (GM3) o 6 (GM6) kg MF de EGHM.

Los niveles de suplementación elegidos pretendieron cubrir un rango habitual de suplementación en primavera, y se fijaron en base fresca como frecuentemente se realiza a nivel comercial. Además, así se aseguró que, para un mismo nivel de suplementación, la oferta diaria de energía neta para lactancia (ENL) por animal provista por el suplemento fuera similar al usar EGHM o CC.

El CC se seleccionó por ser representativo de los usados en tambos de Uruguay para suplementar vacas de alta producción. Contenía los siguientes ingredientes (base seca): grano de maíz, 38%; afrechillo de trigo, 24%; harina de girasol, 18%; grano de trigo, 14%; harina de soja, 5%; aditivos y minerales, 1,4% (Tabla 1).

El experimento constó de una semana con un manejo igual para todos los animales, y los datos registrados se usaron como covariables, seguido de 2 semanas de adaptación a los tratamientos y 7 semanas donde se realizaron las mediciones.

Las vacas se ordeñaron a las 0600 y 1600 h, donde recibieron el suplemento individualmente en partes iguales. Luego de los ordeños las vacas pastorearon una pradera con predominio de festuca y alfalfa (Tabla 1), en parcelas separadas para cada tratamiento, de 2 a 3 días de duración. El nivel de asignación de pastura fue 22 kg de MS/vaca/día (al ras del suelo) e igual para todos los tratamientos. Los animales accedieron a agua en los ordeños y la pastura.

La producción láctea se midió diariamente, y semanalmente, durante seis ordeños consecutivos, se tomó una muestra de leche de cada animal, formando tres muestras compuestas para determinar el contenido de grasa, proteína y lactosa por métodos de infra-rojo medio. La producción láctea corregida al 4% de grasa (LCG) fue calculada según NRC (2001). Semanalmente, luego del ordeño matutino y sin ayuno previo, se registró el PV de los animales con una balanza digital, y la condición corporal (Edmonson et al., 1989).

Semanalmente se determinó la disponibilidad de pastura pre-pastoreo según Mendoza et al. (2014), que en promedio fue 2847 ± 261 (DE) kg MS/ha. Semanalmente, en dos ordeños consecutivos, se determinó el consumo de suplemento por diferen-

Tabla 1. Composición química de los alimentos [datos expresados como media±desvío estándar, en base seca, salvo se indique otra cosa].

	Ensilado de grano húmedo de maíz	Concentrado comercial	Pastura
Materia seca, %	76,3±1,66	89,0±0,77	23,2±1,58
Cenizas	1,6±0,11	7,6±1,22	8,4±1,62
Proteína cruda	10,3±1,00	18,5±0,40	24,0±1,58
Fibra detergente neutro	9,5±1,95	28,1±2,68	39,2±2,92
Fibra detergente ácido	4,4±0,44	15,7±2,03	23,4±2,03
Extracto al éter	4,3±0,72	2,7±0,15	4,8±1,48
Carbohidratos no fibrosos	74,4±2,18	32,2±5,43	23,7±4,66
Energía neta para lactancia, Mcal/kg materia seca	2,09±0,06	1,85±0,06	1,70±0,08

cia entre la cantidad ofrecida y rechazada. El consumo de pastura fue determinado por el método de diferencia de requerimientos (Macoon et al., 2003), usando las normas del NRC (2001). Brevemente, se estimaron los siguientes requerimientos de ENL usando información de cada animal: mantenimiento (incluyendo los asociados a una caminata de 1000 m/día para todos los tratamientos), producción, crecimiento (solo en vacas primíparas), y por variación de reservas corporales (utilizando un valor de 5,34 Mcal/kg de ganancia de PV; ningún animal perdió peso durante el experimento). No se consideraron requerimientos de gestación porque ningún animal tenía más de 190 días de gestación. La diferencia entre los requerimientos totales de ENL y el consumo de ENL proveniente del suplemento fue dividida entre la concentración de ENL de la pastura (ver más adelante) para obtener el consumo de MS de pastura. La tasa de sustitución de pastura por suplemento (TS) fue calculada como la diferencia entre el consumo de pastura de animales no suplementados y suplementados dentro del mismo bloque, dividido por el consumo de suplemento.

La eficiencia de uso de la MS (EUMS) fue calculada según Mendoza et al. (2014). La respuesta a la suplementación (RS) fue calculada como la diferencia en producción de LCG entre animales suplementados y no suplementados dentro del mismo bloque, dividida por el consumo de MS del suplemento.

Semanalmente se tomaron muestras de los alimentos ofrecidos y rechazados en cada tratamiento, que fueron secadas a 60 °C, molidas a 1 mm y analizadas para determinar: MS, proteína cruda (PC), cenizas, extracto al éter (AOAC, 1990), fibra detergente neutro (FDN; con sulfato de sodio, α -amilasa) y fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991). El contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) se determinó como: 100-%PC-%FDN-%cenizas-%EE, y la concentración de ENL según NRC (2001).

Los resultados semanales se promediaron y analizaron con un modelo lineal mixto que incluyó el efecto fijo del tratamiento y el efecto aleatorio del bloque, incluyendo los valores iniciales como covariables. Se evaluaron los contrastes: 1) inclusión de suplementos (SIN vs. grupos suplementados), 2) nivel de suplementación (NS) (3 vs. 6 kg MF de suplemento), 3) tipo de suplemento (EGHM vs. CC), y 4) interacción entre efecto lineal de NS y tipo de suplemento. Los datos se presentan como medias±error estándar. El valor de significancia fue $P \leq 0,05$, y para tendencia de $0,05 < P \leq 0,10$.

Resultados

Excepto para consumo de MS de suplemento no hubo interacción entre NS y tipo de suplemento. El consumo de pastura tendió a ser menor al incluir suplemento, y al suplementar con 6 respecto a 3 kg MF de suplemento, pero no hubo un efecto del tipo de suplemento sobre esta variable. No hubo efecto del NS o tipo de suplemento sobre la TS. Para consumo de MS de suplemento hubo una interacción entre tipo y NS; al ofrecer 3 kg MF de suplemento no hubo diferencias entre suplementos, pero al ofrecer 6 kg MF fue mayor al usar CC respecto a EGHM (Tabla 2).

El consumo total de MS, CNF y ENL fue mayor en los grupos suplementados respecto a SIN, y el consumo de PC, CNF y ENL fue mayor al suplementar con 6 respecto a 3 kg MF de suplemento. No hubo diferencias entre tipo de suplemento en consumo total de MS y ENL, pero el de FDN fue menor y el de CNF fue mayor al suplementar con EGHM respecto a CC (Tabla 2).

Salvo el porcentaje de lactosa, no hubo efecto del tipo de suplemento sobre las variables productivas. La producción de

Tabla 2. Consumo de nutrientes

	Tratamiento ¹					EEM	Contraste ortogonal, P > F ²			
	TES	CC3	CC6	GM3	GM6		Supl	Nivel	Tipo	Interacción
Consumo de materia seca (MS), kg/día										
Pastura	13,8	13,1	12,2	13,6	12,8	0,69	0,07	0,09	0,24	0,90
Suplemento	0	2,4	4,9	2,3	4,3	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Total	13,8	15,5	17,1	15,9	17,2	0,73	<0,01	<0,01	0,62	0,77
Consumo total de nutrientes, kg/día salvo se indique otra cosa										
Proteína cruda	3,18	3,54	3,87	3,51	3,62	0,162	0,01	0,05	0,21	0,35
FDN	5,78	5,91	5,96	5,54	5,24	0,214	0,56	0,50	<0,01	0,36
Carbohidratos no fibrosos	2,87	4,01	5,08	4,71	6,08	0,166	<0,01	<0,01	<0,01	0,17
Energía neta para lactancia, Mcal/día	23,5	26,8	29,8	27,7	30,3	1,19	<0,01	<0,01	0,39	0,81
Tasa de sustitución, kg MS pastura/kg MS suplemento	-	0,29	0,34	0,29	0,24	0,190	-	0,62	0,43	0,80

¹Sin suplementación (TES), suplementación con 3 (CC3) o 6 (CC6) kg de materia fresca de un concentrado comercial, suplementación con 3 (GM3) o 6 (GM6) kg de materia fresca de ensilado de grano húmedo de maíz.

²Supl=TES vs. tratamientos suplementados; Nivel=3 vs. 6 kg de materia fresca de suplemento; Tipo=tratamientos con ensilado de grano húmedo de maíz vs. con concentrado comercial; Interacción=interacción entre efecto lineal del nivel de suplementación y tipo de suplemento.

EEM=error estándar.

Tabla 3. Producción, composición de leche, y reservas corporales

	Tratamiento ¹					EEM	Contraste ortogonal, P > F ²			
	TES	CC3	CC6	GM3	GM6		Supl	Nivel	Tipo	Interacción
Leche, kg/día	17,3	20,8	23,3	20,5	22,7	0,90	<0,01	<0,01	0,58	0,94
Leche corregida por grasa (LCG), kg/día	16,7	20,4	22,8	20,0	22,8	1,20	<0,01	<0,01	0,81	0,72
Grasa, %	3,76	3,88	3,86	3,84	4,02	0,261	0,11	0,26	0,43	0,20
Grasa, kg/día	0,65	0,81	0,90	0,79	0,91	0,063	<0,01	0,02	0,99	0,52
Proteína, %	2,78	2,86	2,92	2,95	2,93	0,124	0,13	0,87	0,51	0,63
Proteína, kg/día	0,48	0,60	0,68	0,60	0,66	0,032	<0,01	0,01	0,97	0,75
Lactosa, %	4,56	4,63	4,66	4,77	4,75	0,174	<0,01	0,82	<0,01	0,47
Lactosa, kg/día	0,79	0,96	1,09	0,98	1,08	0,053	<0,01	<0,01	0,96	0,84
Variación de peso, kg	22,6	24,2	42,2	31,4	42,1	14,75	0,06	0,11	0,80	0,88
Variación de condición corporal	0,28	0,34	0,53	0,47	0,59	0,280	0,17	0,30	0,87	0,61
Eficiencia, kg LCG/kg MS total ingerida	1,21	1,31	1,33	1,26	1,33	0,033	<0,01	0,29	0,14	0,39
Respuesta a la suplementación, kg LCG/kg MS suplemento	-	1,55	1,24	1,42	1,41	0,147	-	0,29	0,88	0,32

¹Sin suplementación (TES), suplementación con 3 (CC3) o 6 (CC6) kg de materia fresca de un concentrado comercial, suplementación con 3 (GM3) o 6 (GM6) kg de materia fresca de ensilado de grano húmedo de maíz.

²Supl=TES vs. tratamientos suplementados; Nivel=3 vs. 6 kg de materia fresca de suplemento; Tipo=tratamientos con ensilado de grano húmedo de maíz vs. con concentrado comercial; Interacción=interacción entre efecto lineal del nivel de suplementación y tipo de suplemento.

MS=materia seca, EEM=error estándar.

leche y LCG aumentó al incluir suplemento, y al incrementarse el NS. Los porcentajes de grasa y proteína no difirieron entre SIN y los grupos suplementados, ni fueron afectados por el NS, pero la secreción de ambos aumentó al incluir suplemento y al aumentar el NS. El porcentaje de lactosa fue mayor al incluir suplemento, y al suplementar con EGHM respecto a CC, pero no hubo efecto del NS. La secreción de lactosa fue mayor al incluir suplemento, y al aumentar el NS (Tabla 3).

La EUMS fue mayor al incluir suplemento, pero no fue afectada por el NS. La RS no fue afectada por el NS. Los animales suplementados tendieron a ganar más PV respecto a SIN, pero no hubo efecto del NS. No hubo efecto de los tratamientos sobre la variación de condición corporal (Tabla 3).

Discusión

En este estudio el consumo de pastura fue estimado a partir de los requerimientos de ENL individuales y del consumo de ENL proveniente del suplemento. Aunque considera información de cada animal, asume supuestos que no tienen por qué cumplirse (eg. la calidad de la pastura consumida es igual para todos los animales), por lo que debe tenerse precaución al considerar los resultados relacionados con esta variable. También señalamos que, como las ofertas de suplemento fueron en base fresca, la oferta de MS fue 17% mayor en CC respecto a EGHM, por lo que el efecto del tipo de suplemento puede estar parcialmente confundido con el de la cantidad suministrada; sin embargo, se destaca que, por la mayor concentración de ENL del EGHM, la

diferencia en la oferta diaria de ENL fue solo 3% mayor al usar CC respecto a EGHM.

La reducción observada en el consumo de pastura al incluir suplementos es una respuesta frecuentemente reportada en rumiantes (Grainger y Mathews, 1989). Los valores de TS estuvieron dentro de lo reportado para vacas con una oferta “moderada” de pasturas de alta calidad y suplementadas con niveles similares de concentrados que en nuestro estudio (Bargo et al., 2003). Sin embargo, al considerar el suplemento ingerido, hubo un aumento del consumo total de PC, CNF y ENL, respuesta que se mantuvo al aumentar el NS. Este mayor consumo de nutrientes, particularmente CNF, habría incrementado la cantidad de glucosa a nivel mamario, por una mayor tasa de gluconeogénesis y/o una mayor cantidad de almidón digerido en intestino, que explicaría la mayor síntesis de lactosa y el mayor volumen de leche en los grupos suplementados.

La EUMS en SIN fue alta pero similar a la reportada por otros autores (Grainger y Mathews, 1989; Reis y Combs, 2000), y podría deberse a la alta calidad de la pastura usada. El aumento en EUMS al incluir suplemento coincide con lo reportado por Reis y Combs (2000), y podría deberse a la dilución de los requerimientos de mantenimiento al aumentar la producción de leche, o que la inclusión de concentrados almidonosos, si no interfiere con la digestión ruminal, podría aumentar la digestibilidad de la MS en el tracto digestivo, asociado a la mayor digestibilidad que presentan respecto a las pasturas (Bargo et al., 2003).

La RS en los grupos suplementados fue alta respecto a lo reportado en una revisión de Bargo et al. (2003), y no disminuyó al aumentar el NS, como fue observado por Reis y Combs

(2000), aunque los niveles de suplementación fueron mayores que en nuestro estudio. Según Grainger y Mathews (1989), cuando la dieta no cubre los requerimientos del animal, la RS es más elevada. Como en nuestro estudio la oferta de pastura fue restringida, posiblemente las vacas SIN estaban subalimentadas, y explicaría las elevadas RS observadas, y que éstas se mantuvieran al aumentar el NS.

Aunque suplementar con concentrados almidonosos puede reducir la secreción de grasa, asociado a alteraciones en el ambiente ruminal y la hidrogenación de los ácidos grasos poliinsaturados (Bauman et al., 2013), la mayor secreción observada en los grupos suplementados, y al aumentar el NS, se debería a que, incluso en estos tratamientos, la concentración dietaria de FDN y CNF (datos no mostrados) estuvo dentro de los rangos recomendados para asegurar una adecuada salud ruminal (NRC, 2001). Asimismo, la mayor ingesta al incluir suplemento habría permitido una mayor producción ruminal de ácido acético y butírico, que son sustratos para la síntesis de grasa láctea.

La mayor producción de proteína al aumentar el NS podría deberse a que la mayor ingesta de ENL habría permitido una mayor producción de proteína microbiana, resultando en una mayor disponibilidad de aminoácidos para la síntesis mamaria (Bargo et al., 2003). Complementariamente, la esperable mayor disponibilidad ruminal de ácido propiónico ruminal al suplementar y al aumentar el NS habría permitido un “ahorro” de aminoácidos glucogénicos para la síntesis de glucosa hepática, que podrían haber sido direccionados a la síntesis de proteína láctea (Bequette et al., 1998).

La tendencia a una mayor ganancia de PV en los grupos suplementados es consistente con la mayor ingesta de ENL y CNF, y coincide con Reynolds (2006), quien señaló que una mayor ingesta de CNF que incrementa el suministro de glucosa determina una mayor deposición de reservas corporales en vacas.

La falta de efecto del tipo de suplemento sobre las variables productivas es consistente con los similares consumos de nutrientes observados para los tratamientos con EGHM y CC. Bargo et al. (2003) señalaron que no habría un efecto marcado del contenido de almidón en el suplemento sobre el consumo de pastura y total, y otros autores no reportaron diferencias en la producción de vacas en pastoreo al comparar EGHM y grano de maíz seco, incluso con NS mayores a los de este estudio (Soriano et al., 2000; Álvarez et al., 2001). A pesar del mayor contenido de CNF en EGHM respecto a CC, no hubo diferencias en la secreción de grasa entre ambos suplementos, quizás porque a los NS evaluados el EGHM no habría alterado el ambiente ruminal. Varios autores no reportaron diferencias en variables de ambiente ruminal al suplementar a vacas en pastoreo con EGHM o grano seco de maíz (Soriano et al., 2000; Álvarez et al., 2001). La falta de efecto del tipo de suplemento sobre la secreción de proteína coincide con Álvarez et al. (2001) y Delahoy et al. (2003), quienes tampoco reportaron diferencias entre vacas a pastoreo suplementadas con EGHM o concentrados con menor contenido de almidón, sugiriendo que el suministro de aminoácidos a la glándula mamaria no difirió entre tratamientos.

Conclusiones

La suplementación con cantidades crecientes de EGHM o un CC con menor contenido de CNF, hasta 6 kg MF por día, aumentó el consumo total de nutrientes, y la producción de leche y sólidos de vacas a pastoreo, pero no hubo diferencias relevantes entre ambos tipos de suplementos en cuanto al desempeño animal.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, H. J., Santini, F. J., Rearte, D. H., Elizalde, J. C. (2001). Milk production and ruminal digestion in dairy cows grazing temperate pastures and supplemented with dry cracked corn or high moisture corn. *Anim Feed Sci Technol*, 91,183-195.
- AOAC (1990). Official methods of analysis (15^a ed.). Arlington: Association of Official Agricultural Chemists.
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., Delahoy, J. E. (2003). Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J Dairy Sci*, 86,1-42.
- Bauman, D. E., Harvatine, K. J., Lock, A. L. (2013). Nutrigenomics, rumen-derived bioactive fatty acids, and the regulation of milk fat synthesis. *Ann Rev Nut*, 31, 299-319.
- Bequette, B. J., Backwell, F. R. C., Crompton, L. A. (1998). Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. *J Dairy Sci*, 81, 2540-2559.
- Costa, F. M. J., Dias, G. S., Zacaroni, O. F., Santos, J. F., Pereira, R. A. N., Pereira, M. N. (2014). Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 66, 203-210.
- Delahoy, J. E., Muller, L. D., Bargo, F., Cassidy, T. W., Holden, L. A. (2003). Supplemental carbohydrate sources for dairy cows on pasture. *J Dairy Sci*, 86, 906-915.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, L. T., Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*, 72, 68-78.
- Grainger, C., Mathews, G. L. (1989). Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Aust J Exp Agric*, 29, 355-360.
- INALE (2015). Encuesta lechera 2014. Recuperado de: <http://www.inale.org/innovaportal/file/4086/1/encuesta-lechera-2014--presentacion-resultados-preliminares-foro-a.pdf>
- Macon, B., Sollenberger, L. E., Moore, J. E., Staples, C. R., Fike, J. H., Portier, K. M. (2003). Comparison of three techniques for estimating forage intake of lactating dairy cows on pasture. *J Anim Sci*, 81, 2357-2366.
- Mendoza, A., La Manna, A., Mieres, J., Acosta, Y. (2014). Evaluación del consumo de deoxinivalenol y un adsorbente comercial de micotoxinas en vacas lecheras a

-
- pastoreo. *Agrociencia*, 18,133-140.
- NRC (2001). Nutrient requirements of dairy cattle (7^oed). Washington: National Academy Press.
- Reis, R. B., Combs, D. K. (2000). Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of cows grazing grass-legume pasture. *J Dairy Sci*, 83, 2888-2898.
- Reynolds, C. K. (2006). Production and metabolic effects of site of starch digestion in dairy cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 130, 78-94.
- Richards, C. J., Hicks, B. (2007). Processing of corn and sorghum for feedlot cattle. *Vet Clin Food Anim Prac*, 23, 207-221.
- Soriano, F. D., Polan, C. E., Miller, C. N. (2000). Milk production and composition, rumen fermentation parameters, and grazing behavior of dairy cows supplemented with different forms and amounts of corn grain. *J Dairy Sci*, 83, 1520-1529.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*, 74, 3583-3597.

Notas de contribución:

Ambos autores participaron en igual medida en los procesos de diseño, recolección de datos, análisis, redacción y revisión.

El editor Cecilia Cajarville aprobó ese artículo.