Suplementación energética en vacas con distintos niveles de producción de leche y asignación de pastura

Energy supplementation in cows with different level of milk production and pasture allowance

Alvarez[1]**, H.J., Dichio, L. y Larripa, M.**
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Resumen

Se estudió el efecto de la suplementación energética sobre la producción y composición de la leche, el consumo, la eficiencia de pastoreo y la productividad por unidad de superficie en vacas con distintos niveles de producción de leche y asignación de pastura. La productividad se midió en litros de leche, kg de grasa y kg de proteína por hectárea. Se utilizaron 32 vacas de raza Holando Argentino divididas en dos grupos con diferente producción al inicio de la experiencia, alto: 33,6 y bajo: 26,1 litros vaca^{-1} día^{-1}. Se establecieron dos niveles de suplementación, alto: 7 y bajo: 3,5 kg MS vaca^{-1} día^{-1} y dos niveles de asignación de pastura, alto: 27 y bajo: 18 kg MS vaca^{-1} día^{-1}. La base forrajera fue una asociación de alfalfa, festuca y cebadilla criolla y el concentrado fue balanceado comercial. La producción individual de leche no mostró respuesta a la suplementación ni a la asignación de pastura. La producción (litros por hectárea) fue afectada por el nivel de asignación y por el nivel de producción, siendo significativa la interacción entre ambas variables. La grasa (kg por hectárea) fue afectada por el nivel de asignación y por el nivel de producción. La proteína (kg por hectárea) fue afectada por el nivel de asignación y por el nivel de producción, siendo también significativa la interacción entre ambas variables. El consumo de pastura sólo fue afectado por el nivel de asignación. Lo mismo ocurrió con el consumo total (pastura + suplemento) y con la eficiencia de pastoreo. En ningún caso se detectaron interacciones. La ausencia de respuesta a la suplementación obligaría a revisar los niveles de concentrado habitualmente utilizados sobre pasturas de calidad. La mayor productividad por hectárea medida con las vacas de mayor producción y menor nivel de asignación (sin responder a la suplementación), aporta información para decidir el tipo de animal a utilizar en sistemas de base pastoril.

Palabras clave: suplementación energética, asignación de pastura, consumo, producción y composición de leche, productividad por hectárea.

Summary

Milk production in Argentina is based on grazing perennial and annual pastures of temperate climate. Concentrates are used as supplements to balance diets and to cover higher energy requirements of high production animals, especially during certain stages of their productive cycle. The effect of different levels of supplementation on individual milk production and composition, intake, grazing efficiency, and productivity per unit of surface in lactating dairy cows

Recibido: abril de 2007
Aceptado: octubre de 2007
1. Fac.Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. C.C. 14 S2125 ZAA, Zavalla, Argentina. halvarez@unr.edu.ar

with different level of milk production and pasture allowance was studied. Productivity was measured as litres per hectare, fat per hectare (kg) and protein per hectare (kg). Thirty two Holando Argentino cows divided in two groups of 16 cows with different milk production level at the beginning of the experimental period were used: high, 33,6 and low, 26,1 litres cow^{-1} day^{-1}. Two levels of energy supplementation: high, 7 and low, 3,5 kg DM cow^{-1} day^{-1} and two levels of pasture allowance: high, 27 and low, 18 kg DM cow^{-1} day^{-1}, were established. Pasture consisted of an association of alfalfa, tall fescue and prairie grass, and commercial balanced was used as supplement Individual milk production was not affected by supplementation or by pasture allowance. Per hectare litres was affected by allowance and production level and the interaction between both variables was significant. Per hectare fat production was affected by allowance and production level. Per hectare protein production was affected by allowance and production level and the interaction between both variables was significant. Total (pasture + supplement) and pasture intake and grazing efficiency were affected by allowance level. No interactions were detected for any of these variables. The lack of response to supplementation should lead to review the concentrate levels usually offered upon quality pastures. The larger per hectare productivity measured in the high production cows with the low level of allowance (without response to supplementation), would provide information to decide the type of animal to be used in pasture-based grazing systems.

Key words: energy supplementation, pasture allowance, intake, milk production and composition, per hectare productivity.

Introducción

El costo del alimento y su relación con el precio de la leche ha sido y seguirá siendo el principal condicionante del tipo de sistema de producción seleccionado (Clark y Kanneganti, 1998). Por ello, al ser las pasturas el recurso forrajero más económico, los sistemas lecheros en la Argentina son de base pastoril, con aprovechamiento directo de pasturas y verdeos de clima templado y suplementación con concentrados en forma estratégica. Una de las estrategias consiste en suministrar concentrados energéticos a los animales de mayor producción, cuya demanda de energía no puede ser cubierta sólo con pasturas.

Distintos niveles de asignación de pastura y concentrado pueden afectar el consumo, la producción y composición de la leche y la productividad por hectárea. No obstante los mecanismos que regulan el consumo en pastoreo son complejos (Ingvartsen y Andersen, 2000), la cantidad de forraje consumido puede modificarse a través del manejo, por ejemplo a partir de la cantidad de forraje asignado a cada animal (Holmes, 1987). Altas asignaciones permiten alcanzar altos niveles de consumo y producción individual, pero la menor carga animal puede disminuir la eficiencia de pastoreo y la productividad por hectárea (Alvarez et al., 2006). La respuesta en producción de leche a la suplementación va a depender, entre otros factores, del forraje asignado y del nivel de producción de leche, siendo la tasa de sustitución el factor que más influye (Bargo et al., 2002; Kellaway y Porta, 1993). No obstante estas evidencias, los resultados parecen ser menos claros a la hora de analizar dicha respuesta en vacas lecheras con elevado nivel de producción.

En general, en los sistemas que incluyen pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas como base de la alimentación, la composición de la leche es poco sensible a distintos niveles de suplementación energética y asignación de pastura (Gallardo et al., 1991; Robaina *et al.*, 1998). Del mismo modo que lo señalado anteriormente, no se conocen suficientes antecedentes utilizando animales de distinto nivel productivo.

Con el objetivo de obtener información que permita optimizar la eficiencia de utilización de pasturas y concentrados, el presente trabajo

evaluó la respuesta a la suplementación energética en vacas lecheras con distintos niveles de producción de leche y distintos niveles de asignación de pastura.

Se plantea la hipótesis que, sobre pasturas base alfalfa de alta calidad, la mayor respuesta en producción individual de leche a la suplementación energética la tendrán las vacas de alta producción que reciben bajos niveles de asignación de pastura, mientras que las vacas de menor producción mostrarán una respuesta menor o directamente no mostrarán respuesta.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el tambo del Campo Experimental "J. F. Villarino" de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe, Argentina. El período experimental tuvo lugar en primavera y duró 12 semanas a partir del 12 de septiembre de 2005, dos de las cuales fueron de acostumbramiento a las dietas.

La base forrajera fue una pastura asociada de segundo año compuesta por alfalfa (*Medicago sativa*), festuca (*Festuca arundinácea*) y cebadilla criolla (*Bromus wildenowii*). La composición botánica, expresada como porcentaje de la materia seca (MS), fue de 45; 48; 5 y 2% de alfalfa, festuca, cebadilla y malezas, respectivamente. El concentrado energético utilizado como suplemento fue un balanceado comercial. La composición química y la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) de ambos recursos se presentan en el Cuadro 1.

Se utilizaron 32 vacas de más de dos lactancias de raza Holando Argentino con un peso vivo de 567,5 ± 54,1 kg y una lactancia promedio de 75 ± 32 días al inicio del ensayo, las que fueron ordeñadas dos veces por día a las 6,00 y a las 17,00 h. Se trabajó con dos grupos de vacas con diferente producción promedio al inicio de la experiencia: alto (PA: 33,6 ± 2,3 litros vaca^{-1} día^{-1}) y bajo (PB: 26,1 ± 1,3 litros vaca^{-1} día^{-1}). A partir de un consumo potencial (CP) estimado de MS de forraje de 18 kg vaca^{-1} día^{-1} (Galli *et al.*, 1999), se establecieron dos niveles de asignación de forraje: alto (AA: 27 kg MS vaca^{-1} día^{-1}, equivalente a 1,5 CP) y bajo (AB: 18 kg MS vaca^{-1} día^{-1}, equivalente a 1 CP). A su vez, se establecieron dos niveles de suplementación energética: alto (SA: 7 kg MS vaca^{-1} día^{-1}) y bajo (SB: 3,5 kg MS vaca^{-1} día^{-1}). De este modo se definieron ocho tratamientos: T1, PA-AA-SA; T2, PA-AA-SB; T3, PA-AB-SA; T4, PA-AB-SB; T5, PB-AA-SA; T6, PB-AA-SB; T7, PB-AB-SA y T8, PB-AB-SB.

Las vacas fueron distribuidas en un arreglo factorial en DCA: 16 de cada nivel de producción divididas 8 para cada nivel de asignación y dentro de cada nivel de asignación 4 para cada nivel de suplementación. Para producción y composición de leche el modelo fue corregido por covariable (Steel y Torrie, 1980), utilizando para ello la producción y composición de leche registrada durante 15 días previos al inicio de la experiencia.

Cuadro 1: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y composición química de la pastura asociada y del suplemento
Table 1: *In vitro dry matter digestibility and chemical composition of association pasture and supplement.*

Componente (%)	Pastura asociada	Suplemento
DIVMS	69,09 ± 1,21	80,34 ± 0,05
Proteína bruta[1]	19,36 ± 1,49	14,35 ± 0,06
Fibra detergente neutro[1]	44,90 ± 1,26	-
Fibra detergente ácido[1]	25,43 ± 1,56	10,99 ± 0,07

[1] Respecto del peso de la MS. ± Desviación estándar.

La producción individual de leche se midió diariamente durante cada ordeñe mediante el uso de lactómetros. La composición de leche se analizó semanalmente a través de muestras compuestas (ordeñe de la mañana y de la tarde), determinándose por sistema infrarrojo (Milkoscan) el porcentaje de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales. Simultáneamente se separó una porción de cada muestra compuesta para determinar urea en leche (UL). Las determinaciones se hicieron por métodos enzimáticos utilizando reactivos comerciales (GT Laboratorios, Rosario, Argentina). Para el cálculo de la producción por hectárea de leche (litros ha^{-1}), grasa (kg grasa ha^{-1}) y proteína (kg proteína ha^{-1}) se consideró la superficie utilizada y la producción total de los animales de cada tratamiento.

El sistema de pastoreo utilizado fue rotativo a través de franjas diarias y el tiempo de descanso de la pastura fue de 25 ± 3 días. La superficie asignada a cada tratamiento se ajustó semanalmente a través de la estimación de biomasa aérea presente mediante el método del doble muestreo con el disco (Spada y Cangiano, 1991). El suplemento fue suministrado en comederos individuales durante cada turno de ordeñe.

La eficiencia de pastoreo (%) se estimó en dos semanas alternadas como la diferencia entre la biomasa aérea antes y después del pastoreo (Spada y Cangiano, 1991). El mismo procedimiento se utilizó para estimar el consumo de pastura (kg MS $vaca^{-1}$ $día^{-1}$). El consumo de concentrado se determinó por diferencia entre lo ofrecido y rechazado.

La evolución del peso vivo (EPV) se estimó pesando individualmente a todos los animales en dos días consecutivos al inicio y al final del período experimental, luego del ordeñe de la mañana y previo al acceso al agua de bebida. Simultáneamente con la pesada, dos evaluadores en forma independiente determinaron el estado corporal inicial (ECI) y final (ECF) de las vacas, utilizando para ello la escala de cinco puntos propuesta por Fattet y Jaurena (1988).

Resultados y Discusión

La producción de leche promedio durante la experiencia de las vacas agrupadas de acuerdo a su nivel de producción fue 29,2 litros $vaca^{-1}$ $día^{-1}$ para PA y 22,7 litros $vaca^{-1}$ $día^{-1}$ para PB. Puede afirmarse que, a los efectos del presente trabajo, resultó correcto considerar al primer grupo de alta producción y al segundo de baja producción, en coincidencia con el criterio definido por Bargo et al. (2003), quienes en una exhaustiva revisión bibliográfica sobre suplementación de vacas lecheras en pastoreo consideran de alta producción a aquellas vacas que superan los 25 litros $vaca^{-1}$ $día^{-1}$ durante la lactancia temprana.

Los resultados de esta variable permiten rechazar la hipótesis planteada, considerando que ningún tratamiento mostró respuesta en producción individual de leche a la suplementación, como así tampoco hubo respuesta a la asignación de pastura ni se detectaron interacciones ($p>0,05$, Cuadro 2). Estos resultados, en el caso de las vacas de menor nivel

Cuadro 2: Medias mínimas cuadráticas de la producción individual de leche y de la producción por hectárea de leche, grasa y proteína.
Table 2: *Least square means of individual milk yield and per hectare milk, fat and protein yield.*

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	EE[1]
Litros $vaca^{-1}$ $día^{-1}$	29,0a	29,3a	29,5a	28,7a	23,1b	23,1b	22,3b	22,4b	0,88
Litros ha^{-1}	2128,5c	2149,2c	3599,4a	3500,2a	1696,0d	1695,0d	2717,5b	2725,2b	73,32
kg grasa ha^{-1}	74,0c	75,6c	126,8a	120,4a	60,6c	68,6c	99,1b	108,7ab	7,35
kg proteína ha^{-1}	62,0c	56,9cd	103,9a	100,2a	52,1d	52,6d	85,7b	83,0b	2,08

[1]Error Estándar. Distintas letras indican diferencias significativas entre columnas ($p<0,05$).

de producción, estarían de acuerdo con lo informado previamente por Kellaway y Porta (1993), quienes afirman no observar respuesta a la suplementación cuando vacas lecheras de baja producción disponen de pasturas en calidad y cantidad. La DIVMS de la pastura fue cercana al 70% y niveles de asignación de 18 y 27kg MS vaca^{-1} día^{-1} no parecen haber generado restricciones al consumo tales como para afectar el nivel de producción de leche (Cuadro 3).

Por el contrario, la falta de respuesta a la suplementación en las vacas de alta producción parece contradecirse con lo afirmado por Bargo et al. (2003) y Stockdale (2000a y 2000b), quienes afirman que, junto al nivel de asignación de pastura y suplemento, el mérito genético o nivel de producción de las vacas es uno de los factores que más afectan la respuesta en producción de leche. Estos resultados, especialmente en los tratamientos con alta asignación de pastura (T1 y T2), pueden obedecer a similares motivos a los explicados para los tratamientos de menor producción, en el sentido que es posible pensar que los niveles de consumo fueron lo suficientemente altos como para cubrir los requerimientos que el potencial de producción de esos animales demanda. Probablemente sean necesarias asignaciones de pastura menores a una vez el CP para poder evidenciar respuestas en dicho sentido, situación que debería evaluarse si el objetivo fuera mejorar la eficiencia de pastoreo alcanzada en esta experiencia (promedio 62%), de modo de alcanzar valores cercanos al 75%, similares a los obtenidos en sistemas pastoriles de punta o en otros países como Nueva Zelanda (Sevilla y Pasinato, 2004).

A partir de estos resultados, resulta importante entonces analizar las relaciones encontradas entre el consumo, la eficiencia de pastoreo y la productividad por hectárea. Las altas asignaciones permitieron un mayor consumo (kg MS vaca^{-1} día^{-1}) de pastura (AA: 16,50; AB: 11,36; p<0,0001) y total (AA: 21,29; AB: 16,26; p<0,0001) y una menor eficiencia de pastoreo (AA: 55,52%; AB: 68,21%; p<0,0001). Las medias para cada tratamiento se presentan en el Cuadro 3.

En los sistemas de base pastoril la eficiencia debe medirse fundamentalmente a partir de la producción por unidad de superficie, a diferencia de los tambos confinados o estabulados, prácticamente inexistentes en nuestro país, que focalizan su eficiencia en una alta producción individual (Clark y Kanneganti, 1998). Por ello, resulta interesante analizar el alto impacto que distintas asignaciones de pastura y similar producción de leche tuvieron sobre la producción por hectárea. La variable litros ha^{-1} fue afectada por el nivel asignación (AA: 1917,2; AB: 3135,6; p<0,0001) y por el nivel de producción de las vacas (PA: 2844,3; PB: 2208,4; p<0,0001), siendo significativa la interacción entre ambas variables (p<0,001). La variable kg grasa ha^{-1} fue afectada por el nivel de asignación (AA: 69,7; AB: 113,8; p<0,0001) y por el nivel de producción (PA:

Cuadro 3: Consumo de pastura, suplemento y total (kg de MS por vaca por día) y eficiencia de pastoreo (EP, %).
Table 3: *Pasture, supplement and total intake (kg DM per cow per day) and grazing efficiency (EP, %).*

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	EE[1]
Pastura	15,90abc	16,70ab	10,85d	11,25d	15,12bcd	18,27a	12,00cd	11,35d	1,45
Suplemento	6,31b	3,32c	6,69a	3,31c	6,32b	3,20c	6,36ab	3,24c	0,13
Total[2]	22,21ab	20,02abc	17,54cd	14,56d	21,44abc	21,47a	18,36bcd	14,59d	1,55
EP	51,97cd	54,65bcd	70,98a	69,40ab	50,87d	64,52abcd	66,16abc	66,29abc	6,56

[1]Error Estándar. [2]Pastura + suplemento. Distintas letras indican diferencias significativas entre columnas (p<0,05).

99,2; PB: 84,3; p<0,01). Finalmente la proteína (kg proteína ha^{-1}) fue afectada por el nivel de asignación (AA: 55,9; AB: 93,2; p<0,0001) y por el nivel de producción (PA: 80,8; PB: 68,3; p<0,0001), siendo también significativa la interacción entre ambas variables (p<0,001). Las medias para cada tratamiento se presentan en el Cuadro 2. Menores asignaciones de pastura, sin afectar la producción y composición individual de la leche, mejoran la eficiencia de pastoreo (Castro et al., 1993) y aumentan la producción por hectárea (Holmes, 1987; Alvarez et al., 2006). Debe considerarse que, dentro de cada asignación, las productividades serían incluso marcadamente diferentes si se ajustaran las superficies de acuerdo a las cantidades de suplemento utilizadas. Se destaca que las vacas de alta producción, al no ver afectada su producción individual con las menores asignaciones, mostraron las mayores producciones por unidad de superficie, sin responder a la suplementación. Estas interacciones aportan elementos concretos al habitual debate acerca del tipo de animal que mejor se adapta a sistemas de base pastoril.

No hubo diferencias significativas (p>0,05) para la EPV (0,213 kg $vaca^{-1}$ $día^{-1}$) ni para el ECI (2,98 ± 0,34) y ECF (2,97 ± 0,39). Estos resultados mostrarían que las vacas habrían alcanzado su potencial productivo, al no necesitar en ningún caso movilizar más reservas y perder peso para cubrir sus requerimientos energéticos. Debería también tenerse en cuenta que las vacas comenzaron la experiencia en un momento en el cual el metabolismo animal comienza a priorizar la partición de nutrientes hacia la acumulación de reservas (Tucker, 1985). No obstante, debe considerarse que la EPV es un indicador muy influenciado por la genética y el llenado ruminal (Holmes y Wilson, 1989) y que la evaluación del estado corporal es un método subjetivo, todo lo cual impone ciertas limitaciones en el uso e interpretación de estos resultados.

La composición de la leche tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos (p<0,0001), siendo los valores promedios obtenidos (%) 3,67; 2,97; 4,88; 8,56 y 12,03 para grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales, respectivamente. Los niveles de urea promedio obtenidos fueron de 47,6 mg dl^{-1}, pudiéndose detectar diferencias significativas sólo para el nivel de asignación (AA: 50,21; AB: 44,99; p<0.05), lo cual estaría vinculado con el mayor consumo de pastura de los animales de recibieron dicho tratamiento. Los altos valores de urea son consistentes con los hallados en trabajos anteriores con pasturas de características similares (Alvarez et al., 2006). Aún con animales de alta producción, parece necesario considerar alternativas distintas a este tipo dietas si se pretende modificar la composición de la leche.

Conclusiones

Una alta asignación no mejoró la producción individual y afectó negativamente la productividad por hectárea. La falta de interacción entre asignación y suplementación indicaría que ninguno de los tratamientos generó restricciones al consumo de pastura en una magnitud tal que permitiera detectar diferencias significativas en dicho sentido. La ausencia de respuesta a la suplementación, incluso con vacas de alta producción con bajos niveles de asignación, obligaría a revisar los niveles de suplementación habitualmente utilizados sobre pasturas templadas de calidad. La mayor productividad por hectárea que se da con las vacas de mayor producción y menor nivel de asignación (sin responder a la suplementación), aporta elementos que deberían ser considerados para decidir el tipo de animal a utilizar en sistemas de base pastoril.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera podido llevarse adelante sin la colaboración del personal que trabaja en el Módulo de Producción de Leche, especialmente la del señor Leonardo “Pini” Vázquez. Los autores agradecen también el valioso aporte de los doce alumnos avanzados de la carrera que participaron en calidad de pasantes.

Bibliografía

Alvarez, H.J., Dichio, L., Pece, M.A., Cangiano, C.A. y Galli, J.R. 2006. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. Ciencia e Investigación Agraria. 33:99-107.

Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J.E. and Cassidy, T.W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows. J. Dairy Sci. 85:1777-1792.

Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S. and Delahoy, J.E. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. J. Dairy Sci. 86:1-42.

Castro, H.C., Gallardo, M.R. y Quaino, O.R. 1993. Pastoreo de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Efecto de la oferta forrajera diaria sobre el consumo y valor nutritivo de la dieta. Rev. Arg. Prod. Anim. 13(1):31-38.

Clark, D.A. and Kanneganti, V.R. 1998. Grazing management systems for dairy cattle. *In*: Grass for Dairy Cattle. J.H.Cherney and D.J.R. Cherney, eds. CAB International, Oxon, UK, page 331.

Fattet, I.M. y Jaurena, G. 1988. El Estado Corporal de las Vacas Lecheras. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 8 pp.

Gallardo, M., Santini, F., Rearte, D., Cangiano, C. y Gagliostro, G. 1991. Consumo de vacas lecheras en pastoreo. 2. Efecto de la suplementación con grano sobre la evolución en la producción y composición química de leche durante lactancia temprana. Rev. Arg. Prod. Anim. 11(4):391-396.

Galli, J.R., Cangiano, C.A. y Fernández, H.H. 1999. ConPast 3.0. Parte 2. Manual operativo. *In*: C.A. Cangiano (ed). ConPast 3.0. Programa de Computación para la Estimación del Consumo de Bovinos en Pastoreo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Balcarce, Argentina. 46 pp.

Holmes, C.W. 1987. Pastures for dairy cows. p. 133-143. *In:* Nicol, A.M. (ed.) Livestock Feeding on Pasture. New Zealand Society of Animal Production. Ocasional Publication Nº10. New Zealand.

Holmes, C.W. and Wilson, G.F. 1989. Nutrición: Nivel de alimentación y producción del ganado vacuno lechero. p. 211-226 *In*: Producción de leche en praderas. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Butterworths of New Zeland. Wellington, New Zeland.

Ingvartsen, K.L. and Andersen, J.B. 2000. Symposium: dry matter intake of lactating dairy cattle. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. J. Dairy Sci. 83:1573-1597.

Kellaway, R. and Porta, S. 1993. Feeding Concentrates. Supplements for Dairy Cows. Dairy Res. Dev. Corp. Sydney, Australia. 176 pp.

Robaina, A.C., Grainger, C., Moate, P., Taylor, J. and Stewart, J. 1998. Responses to grain feeding by grazing dairy cows. Aust. J. Exp. Agric. 38:541-549.

Sevilla, G. y Pasinato, A. 2004. Consumo de forraje. INTA EEA Concepción del Uruguay. http://www.elsitioagrícola.com/gacetillas/concepción/co20041126/forraje.asp

Spada, M.C. y Cangiano, C.A. 1991. El uso del disco en la estimación de la fitomasa: una comparación con otros métodos. Rev. Arg. Prod. Anim. 11(1):19-27.

Steel, R.G.D. and Torrie, H.J. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill, New York. 480 pp.

Stockdale, C.R. 2000a. Differences in body condition and body size affect the responses of grazing dairy cows to high-energy supplements in early lactation. Aust. J. Exp. Agric. 40:903-911.

Stockdale, C.R. 2000b. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. Aust. J. Exp. Agric. 40:913-921.

Tucker, H.A. 1985. Endocrine and neural control of the mammary gland. p. 39-79. *In*: B.L. Larson (ed.) Lactation. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.