

CÓMO AUMENTAR LA PROTEÍNA Y LA GRASA LÁCTEA DESDE LAS FINCAS

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL PASTOREO Y DE LA SUPLEMENTACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD COMPOSICIONAL DE LA LECHE*

JUAN CARULLA

Zootecnista

Doctorado en Nutrición Animal

Decano de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,

Universidad Nacional de Colombia

Grupo de Investigación en Nutrición Animal de la

Universidad Nacional de Colombia

E-mail: jecarulla@unal.edu.co

Colombia

**Texto elaborado en compañía de*

MARTHA PABÓN

Universidad Nacional de Colombia

Resumen

El valor industrial y nutricional de la leche está determinado en gran medida por su calidad composicional. Industrialmente, algunos de los sólidos, proteína y grasa principalmente, determinan los rendimientos en derivados lácteos tales como quesos, leche en polvo y mantequilla. Por tanto, los sólidos tienen una gran importancia en la competitividad del sector. La calidad composicional de la leche proveniente de los sistemas de producción lechera intensiva (Trópico Alto) y, en particular, los niveles de proteína se pueden considerar bajos al compararlos con la leche obtenida en otros países o con las de las regiones del Trópico Bajo

* *Adaptado del trabajo presentado en : I Seminario Internacional de la calidad de la leche y prevención de la mastitis. Bogotá- Marzo 9-11, 2006 (CD.ROM)*

Colombiano. Adicionalmente a la importancia de la proteína y de la grasa para la industria, la leche contiene compuestos con efectos benéficos sobre la salud (nutracéuticos) como el Ácido Linoleico Conjugado (ALC). La nueva tendencia de los consumidores de preferir alimentos que puedan tener estos podría abrir nuevos mercados para el consumo de leche y sus derivados ricos en dichos compuestos. La revisión de literatura sugiere que al aumentar la oferta forrajera podríamos aumentar la concentración de sólidos en la leche en particular la proteína en sistemas basados en pastoreo. Los aumentos en la suplementación de granos (cereales) aumentan el volumen de leche y las concentraciones de proteína pero disminuye las de grasa. Estudios preliminares en la Sabana de Bogotá sugieren que las leches producidas en pastoreo serían ricas en ALC.

Introducción

La producción lechera Colombiana asciende a un volumen cercano a 17'000.000 de litros por día de los cuales cerca del 20% son producidos en el norte de Antioquia y en el altiplano Cundiboyacense. En estas regiones participan un número importante de productores que utilizan sistemas de producción lechera basados principalmente en pastoreo de kikuyo y suplementación (DIEA-MGAP, 2002)

El valor industrial y nutricional de la leche está determinado en gran medida por su calidad composicional y, por lo tanto, tiene una gran importancia en la competitividad del sector. Los principales componentes de la leche son el agua y los sólidos totales (la proteína, la grasa, la lactosa, las vitaminas y los minerales).

Importancia de los sólidos para la industria

Industrialmente, algunos de los sólidos, proteína y grasa principalmente, determinan en gran medida rendimientos en derivados lácteos tales como quesos, leche en polvo y mantequilla. Por ejemplo, Verdier-Metz y col. (2001) concluyeron que la concentración de grasa y proteína explicaban el rendimiento quesero en un 77% y Van den Berg y col. (1991) encontraron que en la producción de queso cheddar se necesitaban 240 L extras de leche para producir 1 tonelada de queso por cada disminución de 1g/Kg de proteína en leche. Por esta razón, los sólidos han sido incorporados en los esquemas de pago de la leche al productor por varias industrias transformadoras a nivel nacional (COLANTA, Alpina, Alquería y otras). Adicionalmente, este parámetro fue considerado como uno de los componentes variable del precio al productor dentro del acuerdo entre productores e industria (Acuerdo de competitividad de la cadena láctea, 2004) y en los pactos de precios de la leche al productor (CNL, 2004). En este sentido, las bonificaciones por calidad composicional de la leche se han incrementado en un 102.33% en el período comprendido entre 1999 y 2006 (Tabla 1). Dentro de estas bonificaciones, la proteína ha adquirido un mayor peso relativo, siete veces el de la grasa (CNL, 2005). Asignar

Tabla 2.
 Composición de leche de algunos países

País	Grasa %	Proteína %
Alemania	4,25	3,41
Canadá	3,70	3,24
Colombia	3,53	3,15
USA	3,66	3,15
Nueva Z.	4,67	3,52
Suiza	4,02	3,28

Adaptado de Cerón y col (2005)

puede explicar parcialmente las diferencias en sólidos. Sin embargo, existe una dispersión importante en las concentraciones de sólidos en la leche dentro de una región determinada, y también dentro de una misma finca (Torres y Carulla, 2003). Estas variaciones indican que hay oportunidades importantes para mejorar la concentración de sólidos dentro de una región.

1. Importancia de la composición en la nutrición humana

La leche aporta un conjunto de nutrientes importantes para el normal desarrollo de los niños y su consumo diario ha sido recomendado por la FAO. La proteína de la leche es de excelente calidad. La grasa de la leche ha sido relacionada con problemas de salud, especialmente con enfermedades coronarias, niveles altos de LDL y arteriosclerosis debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados (70%) y el contenido bajo de ácidos grasos insaturados (30%) (Jensen, 2002). Recientemente, se ha comprobado que determinados ácidos grasos y en particular el Ácido Linoléico Conjugado (ALC), presente en ella, proporciona beneficios para la salud humana. Estos beneficios incluyen actividad anticarcinogénica y propiedades antidiabetogénicas, antiadipogénicas y antiteratogénicas (Pariza y Hargreaves, 1985; Banni y Martin, 1998, Belury, 2002).

La nueva tendencia de los consumidores a preferir alimentos que puedan tener efectos benéficos sobre la salud, le ha dado un nuevo impulso al consumo de la leche y sus derivados. La presencia de sustancias nutracéuticas en mayores concentraciones como el ALC, será un elemento importante en la decisión de compra por el consumidor. La Universidad de Cornell (USA) está liderando un grupo para orientar a los ganaderos sobre como alimentar sus vacas, y así obtener mayores niveles de ALC en la leche, y Chile también ha seguido este ejemplo. Se ha demostrado que la concentración de ALC en la leche es mayor en animales en pastoreo, (Dhiman y col.1999; White y col. 2001a; Ward y col., 2003; Loor y col., 2003) lo cual podría dar una ventaja comparativa a Colombia, donde los sistemas de

3. Oferta forrajera

La mayoría de estudios han demostrado que la oferta forrajera, entendida como la cantidad de forraje ofrecido al animal (g de MS/kg de Peso Vivo), aumentan la producción de leche y la concentración de proteína, mientras que la concentración de grasa se mantiene más o menos estable (O'Brien y col., 1997, O'Brien y col., 1999, Auld y col., 2000, Escobar y Carulla, 2003). Este incremento en proteína ha sido asociado con un incremento en la concentración de caseína y unas mejores propiedades industriales de la leche (coagulación, firmeza de la cuajada) (O'Brien y col., 1999). En Colombia, el trabajo de Escobar y Carulla (2003) encontró un aumento de 14 y 21% en la concentración de proteína en la leche al pasar de una oferta de 3.0 a 5.0 y 7.0 Kg de MS/Kg de PV; respectivamente (Tabla 4). Sin embargo, otros estudios sólo muestran un efecto positivo sobre el volumen de leche (Bargo y col., 2002) (Tabla 5). El efecto de una mayor oferta sobre el volumen y la calidad de la leche ha sido asociado a un mayor consumo de materia seca (Auld y col., 2000, Bargo y col., 2002, Escobar y Carulla, 2003). Estudios en dietas completamente mezcladas con vacas estabuladas indican que el aumento en el consumo de energía incrementa la concentración de proteína (Walker y col., 2004).

En nuestros sistemas de pastoreo, una recomendación para el aumento en la oferta forrajera por animal iría en contra de la capacidad de carga de las explotaciones lecheras y, posiblemente, del ingreso al productor. Dichas recomendaciones deben ser cuidadosamente estudiadas para encontrar el punto óptimo donde se logre una mejoría en la calidad de la leche sin un detrimento en el volumen de leche por unidad de área. La información revisada hasta ahora no nos permite hacer este tipo de recomendaciones.

Tabla 4.
 Influencia de la oferta de forraje (Kikuyo)
 sobre la producción y composición de la leche

	Oferta MS (Kg/100 Kg PV)		
	3	5	7
Leche, Kg/d	15,6 ^a	19,1 ^b	19,0 ^b
Proteína, %	2,81 ^a	3,21 ^b	3,4 ^b
Grasa, %	3,58 ^a	3,58 ^a	3,68 ^b
Lactosa, %	4,56 ^a	4,78 ^b	4,80 ^b

Escobar y col, 2003

Tabla 5.
Influencia de la oferta de forraje y la suplementación
(0 vs 8,6kg/Ms) sobre la producción y composición
de la leche USA

	Restringida*		A voluntad**	
	0	8.6	0	8.6
Leche, Kg/d	19,1	28,4	2,32	28,9
Proteína, %	2,98	3,08	2,93	3,11
Grasa,%	3,82	3,29	3,79	3,32
Proteína verd.,%	2,76	2,89	2,73	2,92

* Restringida =26.7 KgMS/vaca/día Adaptado de Bargo y col, 2002

** A voluntad=49.0 Kg MS/vaca/día

4. Tipo de forraje y edad de cosecha

Existen pocos estudios que comparan el efecto de diferentes forrajes y edades de rebrote sobre la calidad de la leche y aún menos donde se haya utilizado el *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), forraje predominante en nuestros sistemas de producción lechera. Estudios sin publicar, recientemente realizados por la Universidad Nacional en la Sabana de Bogotá, sugieren que para el kikuyo una menor edad (50 vs 70 días) genera un mayor volumen de leche sin afectar de manera importante los niveles de grasa. Este no fue el caso del ryegrass (45 días) donde las concentraciones de grasa en la leche se vieron seriamente afectadas por la edad del forraje. Edades más tempranas produjeron leche con concentraciones menores de grasa y proteína (Tabla 6). En este mismo estudio, el kikuyo mostró mayores niveles de grasa que el ryegrass y el volumen de leche fue similar al del ryegrass para el kikuyo joven (50d) (Aguilar y col, 2006 sin publicar).

El efecto de los forrajes sobre la proteína de la leche ha sido reportado por otros autores. Por ejemplo, Thomson y col. (1985) encontraron que en animales en pastoreo el consumo de trébol blanco dio como resultado una mayor concentración de proteína en la leche que con ryegrass perenne, pero el contenido de grasa fue menor. Cuando los forrajes tienen un bajo valor nutricional, los niveles de proteína en leche son bajos debido a un bajo consumo de energía y proteína metabolizable (White, 2001). Se sugiere que el consumo de forrajes más jóvenes produce un mayor volumen de leche, una leche con mayores concentraciones de proteína, pero normalmente disminuye las concentraciones de grasa.

Tabla 6.
 Efecto de la especie y la edad del forraje sobre
 la producción y composición de la leche.

	Kikuyo		Ryegrass
	50	70	45
Leche (Kg/día)	24.0 ^a	20.4 ^a	23.5 ^a
Proteína (%)	3.4 ^a	3.0 ^{ab}	2.9 ^b
Grasa (%)	3.6 ^a	3.6 ^{ab}	3.3 ^b

Aguilar y col, 2006(sin publicar)

5. Suplementación con granos, melaza y tubérculos

En una extensa revisión de estudios en pastoreo con suplementación, Bargo y col. (2003) concluyeron que la suplementación de concentrado (granos de cereales) aumenta la producción de leche de manera lineal de 1.2 a 10 kg de concentrado con una respuesta promedio de 1kg de leche por Kg de concentrado. Al aumentar la cantidad de concentrado hasta 10 Kg/día aumenta el consumo de materia seca en 24%, la producción de leche en 22%, el % de proteína en 4% pero se reduce el % de grasa en 6%. Cuando la proteína de la dieta es apropiada, el aumento de energía metabolizable aumenta la concentración de proteína en leche en 0.6% por cada MJ de energía metabolizable adicional del suplemento con concentrados a base de granos de cereales y 0.3% de proteína en leche por cada MJ de energía metabolizable adicional proveniente del forraje (Stockdale, 1994). Fike y col. (2003) reportaron que la magnitud del aumento en la producción de leche y su concentración de proteína con la suplementación depende del tipo de pastura. La adición de melazas a la dieta de animales en pastoreo también aumenta la concentración y la cantidad de proteína y de caseína en la leche (Murphy, 1999). Otros experimentos adicionando melazas no encuentran el mismo efecto positivo de éstas sobre la proteína en leche (Butler, 1974, Parkins y col., 1986).

En nuestros sistemas de producción, existen pocos estudios sobre el efecto de la suplementación en la composición de la leche. Montoya y col (2004) mostraron que la suplementación con papa aumentaba las concentraciones de proteína pero disminuía las de grasa (Tabla 7). Observaciones de campo en explotaciones que usan este recurso parecerían contradecir estos resultados pues no se reporta una disminución en la grasa con el uso de este recurso.

7. Otros tipos de suplementación

El aumento en la cantidad de proteína de la ración tiene efectos inconsistentes sobre la concentración de proteína en la leche. Sin embargo, normalmente aumenta la producción de leche (Butler y col; 1983). La suplementación a las dietas con harina de pescado es una excepción, pues varios trabajos han reportado un aumento tanto en volumen de leche como en concentración de proteína, posiblemente, debido al perfil de aminoácidos de este recurso (Murphy y O'Mara; 1993).

Coppock y col (1987) en una revisión sobre el uso de la semilla de algodón en vacas en pastoreo reportó que su uso aumentó el porcentaje de grasa en la leche y la producción de leche corregida por grasa. Sin embargo, disminuyó la concentración de proteína en la mitad de los estudios revisados. En nuestros sistemas de producción y, a pesar del uso frecuente de este recurso, no existen estudios que hayan determinado el efecto de la semilla sobre la calidad de la leche, pero los productores reportan incrementos en la concentración de grasa con su uso.

8. Efecto de la nutrición sobre los niveles de ALC

Las concentraciones de ALC en la grasa de la leche pueden ser manipuladas nutricionalmente y se ha encontrado un alto contenido de ALC en la grasa láctea de animales en pastoreo. Se presentan grandes incrementos cuando se cambia de alimentación con forrajes conservados (Kelly y col. 1998; Chilliard y col., 2001, Elgersma y col., 2003, 2004) o dietas totalmente mezcladas altas en grano al consumo de las pasturas (Dhiman y col. 1999; Ward y col., 2003; Loo y col., 2003, Khanal y Olson, 2004).

La edad del forraje aparentemente también afecta los niveles de ALC en la grasa de la leche. Vacas alimentadas con forraje joven presentan mayores concentraciones de ALC que las alimentadas con forrajes maduros. El mayor contenido de C18:3y el bajo nivel de fibra de las gramíneas jóvenes probablemente interactúan, para incrementar la concentración de ALC en la grasa de la leche y la del ácido vaccénico ruminal (Chilliard y col., 2001).

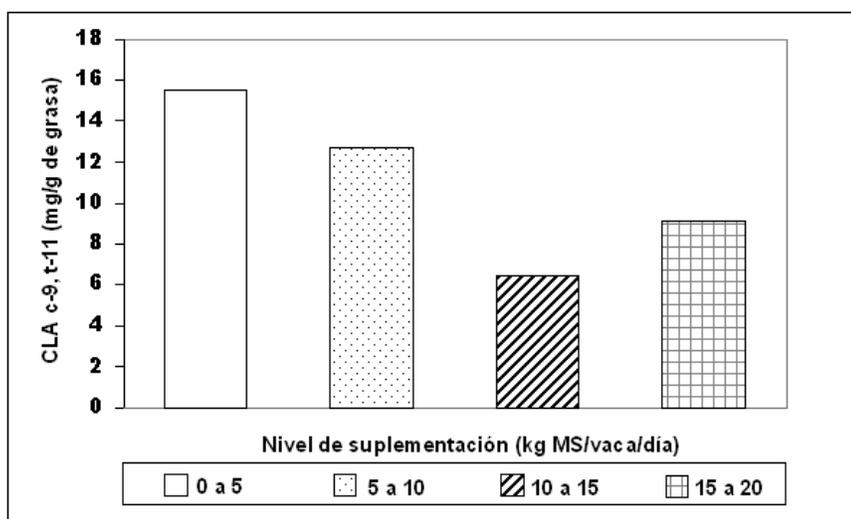
Mayores consumos de ácidos grasos insaturados de pasturas o suplementos lipídicos, producen una leche con mayores concentraciones de ácidos insaturados, particularmente, oleico, transvaccénico y ácido linoléico conjugado (ALC) (Dhiman y col., 1999). Dhiman y col (1999) encontraron que la adición de semilla de algodón extruida aumentaba el contenido de ALC en leche y queso en un 77% comparado con una dieta control con una concentración de grasa más baja y sin aceites. Sin embargo, otros investigadores no encontraron efecto de la semilla de algodón sobre los niveles de ALC en la leche (Noftsker y col., 2000).

En Colombia, donde los sistemas de producción de leche están basados en pastoreo, se esperaría encontrar mayores niveles de ALCs, en la grasa de la leche con relación a otros países cuyos sistemas de producción se basan en raciones completamente mezcladas (“total mixed ratio”, TMR). Datos encontrados por el Grupo de Investigación en Nutrición Animal muestran que el kikuyo tiene altas concentraciones de los ácidos grasos linoleico y linolénico, precursores de ALC en la leche y éstas son, aparentemente, dependientes de la edad (Carulla, sin publicar).

Un estudio reciente de este grupo donde se muestrearon 19 explotaciones lecheras de la Sabana de Bogotá encontraron niveles de ALC entre 5 y 20 mg/g de grasa (Rico et al, 2006). Las concentraciones más bajas correspondían a explotaciones con una alta proporción de la dieta proveniente de suplementos (incluyendo silos, granos y otros alimentos) (Figura 1) Estas observaciones preliminares confirmarían lo reportado por otros autores que a mayor proporción de la dieta basada en pastura, mayor el nivel de ALC. Sin embargo, el grupo de nutrición ha encontrado una gran variabilidad en la concentración de precursores de ALC en las especies forrajeras usadas en Colombia que sugerirían que no todas las pasturas generarían altos niveles de ALC en la grasa láctea particularmente en algunas de la zona de Trópico Bajo.

Figura 1.

Efecto del nivel de suplementación sobre los niveles de ALC en la Sabana de Bogotá (Rico y col, 2006 enviado para publicación)



Conclusiones

Como se deduce de la información encontrada, existen alternativas en el manejo del forraje y la suplementación que permitirían mejorar los niveles de proteína y grasa en nuestras leches así como las concentraciones de ALC. Estudios preliminares del Grupo de Investigación en Nutrición Animal de la Universidad Nacional en nuestros sistemas de producción indicarían que la oferta forrajera aumenta de manera significativa la proteína en la leche sin modificar las concentraciones de grasa (Escobar y col, 2003). Estos hallazgos coinciden con otros reportes de la literatura.

El efecto de la edad del forraje, su composición y especie sobre la concentración y composición de la proteína y las concentraciones de ALC en la leche no han sido evaluados en nuestro medio. Sin embargo, se sugiere que forrajes jóvenes producirían aumentos en el volumen de leche y concentración de proteína pero disminuirían las concentraciones de grasa.

Referencias bibliográficas

- Auldist, M.J.; Thomson, N.A., Mackle, T.R., Hill, J.P. and C.G. Prosser. 2000. Effects of pasture allowance on the yield of milk from cows of different phenotypes. *J. Dairy Sci.* 83: 2069-2074.
- Banni, S., and J. C. Martin. 1998. Conjugated linoleic acid and metabolites. In: J. J. Sebedio and Christie (Ed.) *Trans Fatty Acids in Human Nutrition*. pp 261-302. Oily Press, Dundee, Scotland.
- Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J.E. and T.W. Cassidy 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777-1792.
- Bargo, F., Muller, L.D.; Volver, E.S., and J.E. Delahoy. 2003. Invited Review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86, 1-42.
- Belury, M.A. 2002. Dietary Conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action. *Annu. Rev. Nutr.* 22: 505-531.
- Butler, T.M., Geeson, P.A. and D.J. Morgan 1983. Effect of supplement feeding level and crude protein content of the supplement on the performance of spring-calving dairy cows. *Ir. J. Agric Res.*, 13 197-202.

- Cerón, J.M. y H.J. Correa. 2005. Factores nutricionales que afectan la composición de la leche En: Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca. M. Pabón y J. Ossa editores. Biogénesisp. 229-261.
- Chilliard Y, Ferlay A. and M. Doreau. 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (ALC) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science* 70: 31-48.
- CNL, 2004 COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL LÁCTEO (CNL). Acuerdo N° 008 de 17 de Febrero de 2004. CNL. Bogotá, D. C. Colombia. 2004.
- COLANTA, 1999. II Seminario Internacional sobre calidad de leche: Competitividad y proteína. Medellín. Antioquia.
- Coppock, C.E., Lanham, J.K., and J.L. Horner A review of the nutritive value of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. *Review Article* 1987. *Animal Feed Sc. Tech.* 18:89-129.
- Dhiman T. R., Anand G. R., Satter L.D. and M. W. Pariza 1999. Conjugated Linoleic Acid Content of milk from cows fed Different Diets, *J Dairy Science* 82: 2146-2156.
- Elgersma, A., Ellen, G., Horst, H. V.D., Muuse, B.C., Boer, H. and S. Tamminga, 2003. Influence of cultivar and cutting date on the fatty acid composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Grass and forage Science*, 58, 323-331.
- Elgersma, A., Ellen, G., van der Horst H., Boer, C. Dekker, P.R., Tamminga and S. 2004. Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Animal Feed Science and Technology* 117 : 13-27.
- Escobar A, y J. Carulla 2003. Efecto de la oferta forrajera sobre los parámetros productivos y composicionales de la leche en la Sabana de Bogotá. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 16, Supl. 87.
- Fike J.H. CR Staples C.R., Sollenberger, L.E., B Macoon, JE. and J.E. Moore. Pasture forages, supplementation rate and stocking rate effects on dairy cow performance *J. Dairy Sci.* 86:1268-1281.
- Gaitán S y J.D. Pabón 2003. Evaluación energética y proteica de los forrajes utilizados en un hato lechero del oriente antioqueño según el NRC 2001. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Grant, R. J., 2001. Alimentación para maximizar los sólidos de la leche. En: Documentos de Extensión, Universidad de Nebraska. USA.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 1999. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea Colombiana. Tercer Mundo Editores. Bogotá. D.C. Colombia 131p.

Jensen, R.G., 2002. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J Dairy Sci.* 85: 295-350.

Kelly, M.L., Kolver, E.S., Bauman, D.E., Van Amburgh M.E., and L.D. Muller. 1998. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 81:1630-1636.

Khanal R.C. and K.C.Olson, 2004, Factors affecting conjugated linoleic acid (ALC) in milk, meat and egg. A review. *Pakistan J. of Nutr.* 3:82-96.

Loor, J.J., Soriano, F.D., Lin, X., Herbein J.H and C.E. Polan.2003.Grazing allowance after the morning or afternoon milking for lactating cows fed a total mixed ration (TMR) enhances trans11-18:1 and cis9,trans11-18:2 (rumenic acid) in milk fat to different extents. *Animal Feed Science and Technology* 109 :105–119.

Madalena, F.E. 2000.Valores Econômicos para a Seleção de Gordura e Proteína do Leite. En: *Revista Brasileira de Zootecnia.* 29:3,. 678-684.

Marais, P.2001. Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum ALCndestinum*) .A review. *Tropical Grasslands* 35:65-84.

Montoya, N.F., Pino, I.D., y H.J. 2004.Correa Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas Holstein *Rev. Col. Cienc. Pec.* 17:241-249.

Murphy, J.J. and F. O'Mara. 1993. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. *Livestock Production Sci.* 35:117.

Murphy, J.J.1999.The effects of increasing the proportion of molasses in the diet of milking dairy cows on milk production and composition. *An. Feed Sci. and Tech.* 78, 189-198.

Noftsker, S.M., Hopkins, B.A., Diaz, D.E., Brownie, C. and W. Whitlow.2000. Effects of whole and expanded-exelled cottonseed on milk yield and blood gossypol. *J of Dairy Sc.* 83: 2539-2547.

O' Brien B, Dillon, P. Murphy;J.J., Mehra,R.K. Guinee, P. Connolly, J.F. Nelly,A. and P.Joyce. 1999.. Effect of stocking density and concentrate supplementation of

Walker, G.P., M. Carrick, R. Williams, L. Bennett, E. Ostrowska, F.R. Dunshea, M. Goddard and P.T. Doyle. 2003. Variation in milk composition on farms due to nutrition, management and genetics. Final Report for Dairy Australian Project.

Walker G.P., Dunshea, F.R. and P.T. Doyle .2004. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. Australian J. of Agric. Research 55: 1009-1028.

Ward, A.T., Wittenberg, K. M., Froebe, H.M., Przybylski, R. and Malconlmsen, L. 2003. Fresh forage and Solin Supplementation on Conjugated Linoleic Acid Levels in Plasma and Milk. J. Dairy Sci. 86: 1742-1750.

White, C. 2001. Factors affecting milk protein concentration in Australian dairy cows. The Australian Journal of Dairy Technology. 56, 153.

White, S.L., Bertrand, J.A., Wade, M.R., Washburn, S.P., Green, J.T., and Jenkins, T.C. 2001a. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. J. Dairy Sci. 84:2295-2301

Cibergrafía

Acuerdo de Competitividad de la Cadena Láctea, 2004,. [www. agrodadenas.gov.co](http://www.agrodadenas.gov.co)

Aguilar, O., Pabón, ML., Carulla J. 2006. jecarullaf@unal.edu.co

Carulla J.E. (jecarullaf@unal.edu.co) datos sin publicar.

CNL, 2004 COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL LÁCTEO (CNL). Acuerdo N° 008 de 17 de Febrero de 2004. CNL. Bogotá, D. C. Colombia. 2004.

CNL, 2005. www.agrocadenas.gov.co.

DIEA-MGA.2002. Estadísticas del sector lechero.
www.mgap.gub.uy/diea/Encuestás/Te33/Te33_Capitulo3.