

NUTRICIÓN

Por: CÉSAR GONZÁLEZ¹ y HÉCTOR CORREA C.²

¹ Zootecnista. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

² Profesor Universidad Nacional de Colombia, Medellín. hjcorreac@unalmed.edu.co



FACTORES NUTRICIONALES Y ALIMENTICIOS

QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y LA
CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS EN LA LECHE,
EN HATOS ESPECIALIZADOS DE ANTIOQUIA

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la relación existente entre las características nutricionales de los forrajes y los suplementos alimenticios utilizados en los sistemas especializados de producción de leche en el departamento de Antioquia, y el nivel de producción con el contenido de proteína en la leche, se evaluaron 20 hatos lecheros localizados en el altiplano nororiental de este departamento. Se determinó el número de vacas en ordeño y la composición botánica de la pradera en cada hato evaluado. Para cada vaca se obtuvo información sobre los días en lactancia (DEL), el peso vivo (PV), el grado de condición corporal (GCC), la producción de leche, el contenido de proteína cruda (PC) en la leche y el tipo y la cantidad de suplemento alimenticio suministrado. En muestras de los forrajes y de los suplementos alimenticios de cada hato, se analizó el contenido de PC, proteína insoluble en detergente neutro (PCIDN), proteína insoluble en detergente ácido (PCIDA), fibra en detergente neutro (FDN), lignina (Lig), cenizas (Cen) y extracto etéreo (EE). Por diferencia se estimó el contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) y se calculó el contenido de nutrientes digestibles totales (NDT_{1x}). Se analizaron las correlaciones simples entre la producción de leche y la concentración de PC en ésta, con las demás variables evaluadas. Se encontraron correlaciones positivas ($p < 0.1$) entre la producción de leche y el PV, GCC y la relación leche/concentrado, pero negativas entre la producción de leche y el contenido de Lig en la pradera y Cenizas en los suplementos alimenticios. Igualmente se encontraron correlaciones positivas ($p < 0.1$) entre el contenido de PC en la leche y el GCC, la relación leche/concentrado, el contenido de PC, PCIDN, PCIDA y EE en la pradera, y el contenido de PCIDN, CNE y NDT_{1x} en el suplemento. También se hallaron correlaciones negativas ($p < 0.1$) entre el contenido de PC en la leche y el contenido de PC y EE en el suplemento.

SUMMARY

To evaluate the relationship between nutritional characteristics of forages and feed supplements used in specialized milk herds from Antioquia, Colombia, with milk yield and milk protein content, 20 milk herds from Northeastern highland regions of this department were analyzed. In each herd, milking cow's numbers and the botanical composition of the pastures were registered. To each cow some data was calculated as following: Days in milk (DIM), body weight (BW), body condition score (BCS), milk yield, crude protein content (CP) and quantity and type of feeding supplement. In samples of forages and feeding supplement crude protein (CP), neutral detergent insoluble protein (NDIP), acid detergent insoluble protein (ADIP), neutral detergent fiber (NDF), lignin (Lig), ash and ether extract (EE) content were also analyzed. Non structural carbohydrates (NSC) content was estimated by difference and the total digestible nutrients (TDN_{1x}) was calculated. Simple correlations between milk yield and crude protein content (CP), with all other variables, were evaluated. Positive correlations between milk yield, BW, BCS and milk/supplement relationship were found, but negative correlations between milk yield and Lig content in forages as well as ash content in feeding supplements, were also observed ($p < 0.1$). Likewise, positive correlations ($p < 0.1$) between crude protein content (CP) and BCS, milk/supplement relationship, CP, NDIP, ADIP and EE in forages, NDIP, NSC and TDN_{1x} in supplements were established. In the same way, negative correlations between crude protein content (CP) in milk and CP and EE in supplement were also found.

INTRODUCCIÓN

En estudios realizados en sistemas especializados de producción de leche ubicados en el altiplano norte (Meneses 2005) y en el oriente de Antioquia (Londoño et al 2005), se ha encontrado que

cerca del 50% de las muestras presentan concentraciones de proteína inferiores a 3.1%, mínimo establecido en la Resolución No.0012 de 2007 para recibir bonificaciones. Esto implica no solo la pérdida de dichas bonificaciones, sino la posibilidad de recibir

un precio inferior debido a los descuentos por baja calidad contemplados en esta Resolución. Sólo un porcentaje muy reducido de las muestras analizadas en estos trabajos presentan concentraciones de proteína lo suficientemente altas para recibir bonificaciones. De no darse los ajustes necesarios, en dos años, cuando los niveles mínimos de grasa y proteína se incrementen en medio punto porcentual (MADR 2007), habrá una mayor proporción de productores a los que se les aplicará el descuento por baja calidad composicional de la leche.

Factores tanto genéticos como ambientales son responsables del nivel de producción y de la concentración de proteína en la leche (Uribe y Smulders 2004). Dentro de los ambientales, los factores nutricionales y alimenticios juegan un papel importante en la determinación del nivel de producción y del contenido de proteína en la leche (Walker et al 2003). Pero este tipo de relaciones no han sido establecidas bajo las condiciones de producción que predominan en los sistemas especializados de Antioquia y, por tanto, se desconoce el efecto que tienen las dietas que reciben las vacas sobre el nivel de producción y el contenido de proteína en la leche. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar la relación existente entre las características nutricionales de los forrajes y los suplementos alimenticios utilizados en los sistemas especializados de producción de leche en el departamento de Antioquia, y el nivel de producción con el contenido de proteína en la leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron al azar 20 hatos de lechería especializada localizados en el altiplano norte (municipio de San Pedro de los Milagros, 11 hatos) y oriente de

Antioquia (municipio de La Unión, 9 hatos), caracterizados por estar conformados por animales de la raza Holstein.

En cada hato se estableció el número de vacas en ordeño y la composición botánica de la pradera que estaba siendo pastoreada por éstas, así como de los forrajes suplementarios que se les estaban suministrando; para cada vaca se obtuvo información sobre los días en lactancia (DEL), peso vivo estimado con una cinta métrica, grado de condición corporal (GCC) (Edmonson et al 1989), producción de leche, y contenido de proteína en la leche (analyzer infrarrojo, EKOMILK®), así como el tipo y la cantidad de suplemento alimenticio suministrado.

El día en que se visitó cada hato, se recolectó una muestra representativa de la pradera que estaban pastoreando las vacas en producción en ese momento, así como de los suplementos alimenticios (forrajes y concentrados) que se les estaban suministrando, las cuales fueron secadas a 60°C por 48 horas. En estas muestras se determinó el contenido de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas (Cen), mediante los procedimientos descritos por la AOAC (1990). Así mismo se estableció el contenido de fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y la lignina (Lig), de acuerdo a los procedimientos descritos por Van Soest y Robertson (1985). En la FDN y la FDA se determinó el contenido de nitrógeno, con la finalidad de establecer la proteína cruda insoluble en detergente neutro (PCIDN) y la proteína cruda insoluble en detergente ácido (PCIDA). Aritméricamente se calculó la concentración de carbohidratos no estructurales (CNE), (NRC 2001) y se estimó el contenido de nutrientes digestibles totales para animales

en mantenimiento (NDT_{1x}), mediante el procedimiento descrito por el NRC (2001), para forrajes y alimentos concentrados.

Con esta información se analizaron las correlaciones simples entre la producción de leche y la concentración de PC en la misma con las demás variables evaluadas, para lo cual se utilizó el PROC CORR del programa estadístico SAS (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LOS HATOS

En la tabla 1 se presentan los promedios y la variación (Desviación Estándar) de los componentes generales de los hatos evaluados. Como se puede apreciar, el contenido de PC en la leche de éstos ($3.03 \pm 0.095\%$) tabla 1, fue más bajo que el mínimo establecido en la Resolución 0012 para la región dos (3.1%) (MADR 2007), pero similar al valor reportado en otros trabajos en el oriente de Antioquia ($2.97 \pm 0.11\%$) (Londoño et al 2005). El contenido de PC en muestras de leche

proveniente del altiplano norte de Antioquia, hallado por Meneses (2005), fue $3.13 \pm 0.14\%$, valor apenas más alto que el establecido por el MADR (2007) para la región de la que hace parte este departamento.

Estos valores confirman la baja calidad composicional de la leche procedente de estos sistemas de producción en el departamento de Antioquia. Sin embargo este problema no es exclusivo de esta región ya que en el altiplano cundiboyacense han sido reportados valores incluso más bajos, como los hallados por Torres y Carulla (2003), quienes encontraron que el contenido de PC en la leche proveniente de esta zona del país es de $2.92 \pm 0.16\%$. Estos bajos niveles de proteína ponen en evidencia la baja capacidad competitiva de esta leche en los mercados nacionales e internacionales, si se tiene en cuenta que el contenido promedio de la leche producida en Nueva Zelanda, país de referencia a nivel mundial, es de 3.5% (Hughes y Gray 2005).

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar (D.E.) de los componentes generales de los hatos.

Variable	n	Promedio	D. E.
PC en la leche, %	20	3.03	0.09
No. vacas	20	30.2	29.3
Producción, kg./vaca/día	20	19.0	6.3
GCC	19	3.12	0.32
Peso, kg.	19	502	44.1
DEL	15	149	38.6
Rye grass, % de la pradera	8	43.5	35.8
Kikuyo, % de la pradera	20	75.6	29.5
Suplemento, kg./vaca/día	20	5.09	1.66
Leche: Suplemento	19	3.72	0.71

El tamaño de los hatos (30.2 vacas en producción) indica que, en promedio, se trata de fincas pequeñas como ya había sido reportado en otros informes sobre Antioquia (MADR-IICA 2001, Holmann et al 2003) y otras regiones del país (Holmann et al 2003, Osorio 2004). La producción de leche por vaca (19.0 kg./vaca/d.) y la relación leche/suplemento (3.72 kg./kg.), son buenos indicadores del nivel genético que existe en estos hatos y de la intensidad en el uso de los recursos tecnológicos, ya que como se señaló anteriormente, se trata de hatos de la raza Holstein cuyo progreso genético en el país ha sido importante y comparable al reportado en otras latitudes (Rueda et al 2003). El peso promedio indica que se trata de animales de tamaño mediano cuando se compara con el estándar de la raza Holstein (NRC 2001).

El GCC de 3.12 a los 148.6 DEL, sugiere que aunque las vacas presentan un alto nivel de producción de leche, existe una recuperación favorable en las reservas corporales luego del pico de la lactancia, debido muy posiblemente a que la suplementación alimenticia es relativamente generosa (5.09 kg./vaca/día).

La tabla 1 indica que mientras en todos los hatos existe pasto kikuyo, sólo en ocho de éstos (el 40%) se utilizan pastos Rye grass (*Lolium multiflorum* y *L. hybridum*). El alto porcentaje de pasto kikuyo en estos hatos confirma lo que ha sido señalado en informes anteriores, que indican que un porcentaje elevado de los sistemas especializados de producción de leche en Colombia están basados en el pastoreo rotacional de pasto kikuyo (MADR-IICA 2001, Osorio 2004).

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS PRADERAS Y LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

La composición nutricional media de las praderas utilizadas en la alimentación de las vacas en producción en estos hatos se muestra en la tabla 2. El contenido de proteína promedio (17,6%) resultó ser más bajo que el promedio reportado para el pasto Kikuyo en trabajos anteriores (Correa 2006). Esto se debe a que además de esta gramínea y del pasto Rye grass, las praderas estaban constituidas por pastos de menor calidad como Falsa poa (*Holcus lanatus*), King grass (*Pennisetum hybridum*) y

Tabla 2. Composición química de las praderas y los suplementos utilizados en la alimentación de las vacas en producción (% de la MS).

Variable	Praderas		Suplementos	
	Promedio ± D. E.			
PC	17.6	± 4.6	15.4	± 2.8
PCIDN	6.72	± 2.2	2.77	± 2.6
PCIDA	3.42	± 2.7	1.74	± 1.0
FDN	65.5	± 7.4	29.2	± 5.7
EE	1.8	± 0.6	6.87	± 1.4
CEN	9.26	± 2.0	7.8	± 1.3
Lignina	7.7	± 1.6	5.76	± 1.9
CNE	12.6	± 4.2	43.5	± 8.7
NDT	49.8	± 4.2	70.8	± 7.1

Espartillo (*Sporobolus indicus*), que reducen la calidad de las mismas. Por igual razón, los niveles de FDN y de lignina fueron más altos que los reportados para el pasto Kikuyo (Correa 2006) y Rye grass (Gaitán y Pabón 2003) y por tanto, presentaron un menor contenido de NDT.

La suplementación con alimentos comerciales es una práctica común en los sistemas de producción de lechería especializada, representando un porcentaje importante de los costos de ésta (MADR-IICA 2001, Osorio 2004). Sin embargo, son escasos los reportes sobre la composición nutricional de estos alimentos en el país. Abreu y Petri (1998) caracterizaron parcialmente las praderas y los suplementos alimenticios utilizados en hatos lecheros en Cundinamarca y Boyacá, reportando que el contenido de PC en estos suplementos oscilaba entre valores tan bajos como 9.2 y tan altos como 40.8%, indicando la alta variabilidad en la calidad de estos alimentos. En Antioquia la variación en esta fracción química en los suplementos es menor, oscilando entre 15.5 (Bernal y Montoya 2003) y 22.8 % (Delgado 2002). Así, el promedio presentado

en la tabla 2 coincide con los reportes de Antioquia. El contenido de FDN en los suplementos alimenticios evaluados en este trabajo (29.2%) es ligeramente menor al reportado para Antioquia (Correa 2006), mientras que el de EE (6.87%) es superior al reportado en Cundinamarca y Boyacá (Abreu y Petri 1998) pero similar al hallado en Antioquia (Correa 2006). El alto contenido de FDN y de lignina, influyen en el contenido medio de NDT encontrado en estos suplementos.

CORRELACIONES CON LOS COMPONENTES GENERALES DE LOS HATOS

La tabla 3 muestra las correlaciones halladas entre la producción de leche y los componentes generales de los hatos. Como era de esperarse, el peso de los animales se correlacionó positivamente con la producción de leche, coincidiendo con los resultados hallados por Rueda et al (2003), en un trabajo realizado en el hato Paysandú de la Universidad Nacional. Con anterioridad Mayne y Gordon (1996) habían reportado que en el Reino Unido, el tamaño y el peso

Tabla 3. Correlación entre los componentes de los hatos con la producción de leche y el contenido de proteína en la leche

Variable	Producción			Proteína	
	n	r	p	r	p
No. vacas	20	0.27	0.250	0.29	0.218
Peso, kg.	19	0.78	0.0001	0.30	0.196
GCC	19	0.67	0.0017	0.49	0.032
DEL	15	-0.03	0.897	-0.15	0.534
Rye grass, % de la pradera	8	0.25	0.555	0.02	0.940
Kikuyo, % de la pradera	20	0.26	0.274	0.02	0.956
Suplemento, kg./vaca/día	20	0.79	0.0001	-0.19	0.649
Leche: Suplemento	19	0.41	0.082	-0.02	0.928

del ganado Holstein se había incrementado con el mejoramiento genético para producción de leche.

Debido a que la producción de leche al inicio de la lactancia es causada parcialmente por la movilización de reservas corporales (Gallo et al 1999) y a que su recuperación luego del pico de la lactancia se basa en un balance nutricional positivo (NRC 2001), es de esperarse una correlación igualmente positiva entre el GCC y producción de leche como se encontró en este trabajo.

Aunque la tabla 3 muestra una correlación positiva entre la cantidad de suplemento ofrecido a los animales y la producción de leche como ha sido reportado por otros autores (Bargo et al 2003), también se aprecia que la correlación entre leche/concentrado y producción de leche fue positiva indicando que mientras más amplia es la relación, es decir, que mientras menos suplemento se asigne por cada litro de leche obtenido, más leche producen los animales. Esto se debe, en cierta medida, al efecto de sustitución que ejercen los suplementos alimenticios sobre el consumo de forraje y a la relación entre la producción de leche y la tasa de sustitución del consumo de forraje por los suplementos alimenticios (Bargo et al 2003).

En la tabla 3 también se aprecian las correlaciones halladas entre el contenido de proteína en la leche y los componentes generales de los hatos. Como se puede observar, solamente se halló una correlación positiva y significativa entre el contenido de proteína en la leche y el GCC de las vacas. Estos autores indicaron que la relación entre el estado energético y el contenido de proteína en la leche puede estar asociada a cambios que afectan el uso de aminoácidos por la glándula mamaria. Los otros factores asociados a las características de los

hatos, no mostraron correlación con el contenido de proteína en la leche. Así, ni la composición botánica de las praderas ni la cantidad de suplementos alimenticios suministrados afectaron el contenido de proteína en la leche, lo que sugiere que bajo las condiciones de producción que predominan en los sistemas especializados, esta variable depende más de la calidad que de la cantidad de alimento suministrado.

CORRELACIONES CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PRADERAS

En la tabla 4 se muestran las correlaciones halladas entre la producción de leche y la composición nutricional de las praderas. Solamente se encontró una correlación negativa y significativa entre el contenido de lignina y la producción de leche, lo que se explica por la disminución en la digestibilidad de la materia seca y por lo tanto, con la disponibilidad de energía de los forrajes a medida que se incrementa el contenido de lignina en la pradera (Van Soest 1994). Este resultado confirma lo señalado por Kolver (2003), quien indica que el valor energético de los forrajes es el primer factor limitante para la producción de leche en sistemas bajo pastoreo.

Al contrario de lo observado con la producción de leche, varios de los componentes químicos de las praderas se correlacionaron con el contenido de proteína en la misma. Así, esta variable responde positivamente al contenido de PC, PCIDN, PCIDA y EE en las praderas. Esto indica que a mayor contenido de PC en las praderas, mayor es el contenido de ésta en la leche. Sin embargo, también indica que mientras mayor sea la fracción de la PCIDN y PCIDA en el forraje, mayor es el contenido de PC en la leche. Estas dos fracciones están asociadas a la degradabilidad ruminal y al escape posruminal de la PC del

Tabla 4. Correlaciones entre la composición química de las praderas con la producción de leche y su contenido de proteína.

Variable	Producción			Proteína	
	n	r	p	r	p
PC	20	0.11	0.635	0.54	0.014
PCIDN	20	0.11	0.638	0.68	0.001
PCIDA	20	-0.25	0.286	0.39	0.092
FDN	20	-0.16	0.513	-0.30	0.194
EE	20	-0.05	0.840	0.46	0.039
CEN	20	0.23	0.328	0.19	0.418
Lignina	20	-0.45	0.047	-0.28	0.202
CNE	20	0.10	0.662	0.13	0.578
NDT	20	0.35	0.136	0.19	0.413

forraje (NRC 2001). Así, una menor degradabilidad ruminal y un mayor escape posruminal de la PC, están relacionados con un mayor aporte de aminoácidos a nivel posruminal para su eventual digestión y absorción y ésta, a su vez, está relacionada con una mayor síntesis de proteínas en la leche (Lapierre et al 2006).

Igualmente, la tabla 4 muestra una correlación positiva entre el contenido de EE en la pradera y el contenido de PC en la leche. Este tipo de relaciones no son fáciles de explicar, toda vez que se ha establecido una correlación negativa entre el contenido de EE en la dieta y la concentración de PC en la leche. Este tipo de correlación, no obstante, se ha observado con fuentes suplementarias de energía como las grasas y los aceites (Palmquist y Moser, 1981), pero no con forrajes; más aún si se tiene en cuenta el bajo contenido de EE encontrado en las praderas que eran pastoreadas por las vacas en producción (tabla 2). Es probable que el EE sea un indicador de la calidad nutricional de los pastos, de tal manera que la correlación

hallada en este trabajo se asocie más con el valor nutricional de la pradera en sí misma, que con el contenido de EE como tal.

CORRELACIONES CON LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SUPLEMENTOS

En cuanto a las correlaciones evaluadas entre la producción de leche y la composición nutricional de los suplementos alimenticios, solamente se halló una correlación negativa y significativa con el contenido de cenizas en los suplementos (tabla 5). Esto se debe a que las cenizas son los únicos componentes de la dieta que no aportan energía; de tal manera que se puede esperar una relación inversa entre el contenido de cenizas y el valor energético de los alimentos. Esta relación, sin embargo, puede cambiar si el contenido de las fracciones energéticas se modifica aunque el de cenizas no varíe.

En este trabajo no se encontró correlación entre el contenido de energía en el suplemento y el nivel de producción de leche, como era de esperarse (Kolver 2003). Esto puede deberse a que el tipo y la cantidad de suplementos suministrados a

las vacas en producción, se basan más en criterios empíricos que en fundamentos técnicos y racionales (MADR-IICA 2001), lo que significa que ni el tipo de suplemento utilizado ni su valor energético, responden al nivel de producción de los animales.

En la tabla 5 también se presentan las correlaciones halladas entre la concentración de proteína cruda en la leche y la composición nutricional de los suplementos alimenticios. A diferencia de lo observado con las praderas, la correlación entre la PC de los suplementos y la PC en la leche, fue negativa. En cambio, la correlación entre la PCIDN y la PC de la leche es positiva. Esto estaría indicando que la fracción proteica más valiosa por su relación con el contenido de PC en la leche, es la PCIDN. Esta fracción proteica corresponde a las proteínas asociadas a la pared celular, también denominadas extensinas, debido a que parecen estar relacionadas con la unión de las fibras (Van Soest 1994). Según este autor, estas proteínas son menos solubles en el rumen debido a que probablemente están unidas covalentemente a los polisacáridos asociados

a la pared celular, lo que reduce su solubilidad. En el caso de los suplementos, una porción de la PCIDN corresponde a proteínas desnaturalizadas por los tratamientos con calor a los que se someten los alimentos, y que se liga a la FDN. Dichos resultados sugieren que en la medida en que se incrementa el contenido de PCIDN como proporción de la PC en los suplementos alimenticios, se favorece la disponibilidad de aminoácidos a nivel intestinal y eventualmente, su disponibilidad para la síntesis de proteínas en la leche.

En la tabla 5 también se aprecia que el contenido de PC en la leche se encuentra inversamente correlacionado con la concentración de FDN y EE en los suplementos. La correlación negativa con la FDN se explica por la relación inversa entre esta fracción química y el contenido de energía del alimento, similar a lo que se observa con el contenido de lignina en la pradera (Van Soest 1994). La correlación negativa entre la concentración de PC en la leche con el contenido de EE en los suplementos, por su parte, ha sido reportada

Tabla 5. Correlaciones entre la composición química de los suplementos alimenticios con la producción de leche y su contenido de proteína

Variable	Producción			Proteína	
	n	r	p	r	p
PC	20	-0.16	0.503	-0.44	0.049
PCIDN	20	-0.11	0.648	0.39	0.088
PCIDA	20	-0.05	0.844	0.15	0.522
FDN	20	-0.13	0.590	-0.46	0.043
EE	20	-0.11	0.658	-0.52	0.019
CEN	20	-0.54	0.013	-0.11	0.538
Lignina	20	0.36	0.123	-0.15	0.530
CNE	20	0.20	0.399	0.66	0.015
NDT	20	0.29	0.219	0.75	0.0002

por varios autores (Palmquist y Moser 1981). Este efecto parece estar relacionado con el incremento en la producción de leche y la consecuente dilución de la proteína, cuando el consumo de EE se incrementa. Sin embargo el mecanismo metabólico que explica esta relación negativa, es aún incierto (Eastridge 2002).

Un mayor contenido de CNE en los suplementos se correlaciona positivamente con el contenido de proteína en la leche (tabla 5). Los CNE son una fuente de energía de rápida disponibilidad para el crecimiento de la microflora ruminal (Lee et al 2002) y por lo tanto, están relacionados con la eficiencia en la utilización de la PDR para la síntesis de proteína microbiana (Russell y Sniffen 1984). Se ha señalado que la concentración de CNE en las raciones para vacas lactantes debe estar entre el 35 y 40% de la MS mientras que el contenido de PDR deberá oscilar entre el 10 y el 12% de la MS (NRC 2001) con lo que la relación CNE: PDR, debe estar entre 3.2 y 3.5: 1.0 para garantizar el adecuado suministro de energía y N para la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Debido al alto contenido de PDR y bajo contenido de CNE de la pradera (tabla 2), es de esperarse que la relación entre la PDR y los CNE sea cercana a 1.0 (Correa 2006) de tal manera que el suministro de una fuente con mayor contenido de CNE, como el de los suplementos alimenticios, mejorará las condiciones para la síntesis de la proteína microbiana, reduciendo la absorción de amonio y mejorando el balance de aminoácidos disponibles para síntesis de proteínas lácteas.

Finalmente, la tabla 5 indica la existencia de una alta correlación entre el contenido de NDT de los suplementos y el contenido de PC en la leche. Aunque los NDT hacen referencia al valor energético de los alimentos, éste se encuentra determinado por el contenido de PC, EE, FDN y CNE del alimento en cuestión (Weiss et al 1992). Dos alimentos pueden presentar un mismo contenido de NDT aunque la proporción de



cada una de las fracciones energéticas difiera. Esto es de suma importancia ya que aunque la tabla 5 sugiere que a mayor contenido de NDT en el suplemento, mayor es el contenido de PC en la leche, también indica que estos NDT deben estar constituidos principalmente por CNE y, una menor proporción de PC, EE y FDN.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó este trabajo, fue posible establecer la existencia de correlaciones significativas entre variables asociadas al manejo del hato, a la calidad nutricional

de las praderas y de los suplementos alimenticios, con el nivel de producción y el contenido de proteína en la leche.

Según estos resultados, es posible mejorar la producción de leche cuando se mejora el GCC de las vacas y se les ofrece una pastura con bajo contenido de lignina y un suplemento alimenticio con bajo contenido de cenizas, en una alta relación leche/suplemento.

Estos resultados también sugieren que es posible incrementar el contenido de proteína en la leche al mejorar el GCC de las vacas y al ofrecerles una pradera con alto contenido de PC, PCIDN, PCIDA y EE, así como al suplementarlas con un alimento que tenga una baja concentración de PC, FDN y EE, pero alto contenido de PCIDN, CNE y NDT. Al igual que en el caso de la leche, el contenido de PC en la leche se mejora cuando la relación leche/suplemento se incrementa.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín (DIME) por la financiación de este trabajo (proyecto DIME 20201006038), así como a los productores que gentilmente suministraron la información y las muestras que hicieron posible el desarrollo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, A. y PETRI, H.A. Uso del MUN (Nitrógeno Uréico en Leche) para diagnosticar balance proteína - energía en la dieta de vacas lecheras Holstein en pastoreo en el altiplano Cundiboyacense. Bogotá, 1998, 134 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. 15 ed. Arlington : AOAC, 1990. 1230 p.

BARGO, F. *et al.* Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. In: Journal of Dairy Science. Vol.86(2003); p. 1-42. <http://jds.fass.org/cgi/reprint/86/1/1>

BERNAL, L. C. y MONTOYA, S. Balance energético y proteico en vacas al inicio de la lactancia y su relación con el estado metabólico. Medellín, 2004, 75 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal.

CORREA, H. J. Posibles factores nutricionales, alimenticios y metabólicos que limitan el uso del nitrógeno en la síntesis de proteínas lácteas en hatos lecheros de Antioquia. In: Livestock Research for Rural Development. Vol.18, artículo No. 3 (2006). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/3/corr18043.htm>.

DELGADO, G. F. Estudio comparativo del balance de nitrógeno en vacas lactantes de dos grupos genéticos. Medellín, 2002, 67 p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal.

EASTRIDGE, M. L. Effects of Feeding Fats on Rumen Fermentation and Milk Composition. In: Proceedings of the Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, October 8-10 Vancouver, Canadá. 2002. 47-57. http://www.dsm.com/en_US/downloads/dnpus/PNW_02_9.pdf

EDMONSON, A. J. *et al.* A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. In : Journal of Dairy Science. Vol. 72 (1989); p. 68- 78.

GAITÁN Y PABÓN, J. D. Aplicación del modelo NRC en la caracterización energética y proteica de los pastos kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, oechst), ryegras (*Lolium perenne*) y falsa poa (*Holcus lanatus*) en un hato lechero del oriente antioqueño. Medellín, 2003, 55 p. Trabajo de grado. (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

GALLO, L. *et al.* Change in Body Condition Score of Holstein Cows as Affected by parity and mature equivalent milk yield. In: Journal of Dairy Science. Vol. 79 (1999); p. 1009 - 1015. <http://jds.fass.org/cgi/reprint/79/6/1009.pdf>

HOLMANN, F.; RIVAS, L.; CARULLA, J. Evolution of milk production systems in tropical Latin

America and its interrelationship with markets: An analysis of the Colombian case. In: Livestock Research for Rural Development. Vol. 15: Artículo No. 9. 2003. www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/9/holm159.htm

HUGHES, C. G. and GRAY, I. K. Chemical analysis in the New Zealand dairy industry; Food Science Section, New Zealand Dairy Research Institute. 2005. <http://www.nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3l.pdf>

KOLVER, E. S. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems; Proceedings of the Nutrition Society, Vol. 62 (2003); p. 291–300.

LAPIERRE, H.; PACHECO. *et al.* What is the true supply of amino acids for a dairy cow?. In: Journal of Dairy Science. Vol. 89, suppl. 1 (2006). E1 - E14. http://jds.fass.org/cgi/reprint/89/e_suppl_1/E1.

LEE, M. R. F.; BROOKS *et al.* *In vitro* investigation into the nutritive value of *Lolium perenne* bred for an elevated concentration of water-soluble carbohydrate and the added effect of sample processing: freeze-dried and ground vs. frozen and thawed. In: Animal Research. Vol.51 (2002); p. 269-277. <http://www.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2002/04/01.pdf>

LONDOÑO, E.; TORO, M. M. y SANTA, N. I. Calidad de la leche cruda de los proveedores del oriente antioqueño. Medellín, 2005, 45 p. Trabajo de grado (Especialización en Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de los Alimentos). Colegio Mayor de Antioquia.

MAYNE, C. S. and GORDON, F. J. Implications of genotype x nutrition interactions for efficiency of milk production systems; In: Breeding and Feeding the High Genetic Dairy Cow. British Society of Animal Science. Occasional Publication No. 19 (1996); p. 67 – 77.

MENESES, L. Evaluación del contenido de proteína y la calidad higiénica de la leche, proveniente de hatos localizados en dos regiones lecheras de Antioquia. Medellín, 2005, 20 p. Informe de Pasantía de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal.

MINISTERIO DE AGRICULTURA y Desarrollo Rural (MADR). Resolución 0012: Sistema de pago de la leche cruda al productor. 2007. 15p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA y Desarrollo Rural (MADR) – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2001. Acuerdo de competitividad de la cadena láctea de Antioquia; Colección Documentos IICA, Serie Competitividad. No. 20. 2001. 6 p. 01. 6p. http://www.agrocadenas.gov.co/documentos/documentos_iica/No%2020.pdf

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The nutrient requirement of dairy cattle. 7 ed. Washington: Academy Press, 2001. 381p.

OSORIO, F. Efecto del manejo alimentario sobre el sistema especializado de producción lechera; En: Memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases nutricionales y su impacto en la productividad. Eventos y Asesorías Agropecuarias, Auditorio de la Salud, Hospital General de Medellín, Septiembre 1 y 2. (2004); p. 141 - 152.

PALMQUIST, D. L. and MOSER, E. A. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization and milk protein content of lactating cows. In: Journal of Dairy Science. Vol. 64 (1981); p. 1664.

RUEDA, A. N.; SANTA, N. I.; CORREA, H. J. Relación entre la tasa de crecimiento hasta el primer parto y la producción de leche durante la primera lactancia en vacas Holstein. Encuentro Nacional de Investigadores en Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia, Medellín. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Vol. 16 (2003). Suplemento No. 45. 2003.

RUSSEL, J. B. and SNIFFEN, C. J. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria *in vitro*. In: Journal of Dairy Science. Vol. 67 (1984); p. 987 – 994.

USER'S GUIDE Statistics. 8 ed. New York: SAS Inst. 1998.

TORRES, I. y CARULLA, J. E. Variaciones en la composición de la leche en la Sabana de Bogotá, valles de Ubaté y Chiquinquirá en los años 1997 a 1999. En: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16 (Suplemento): 69. 2003.

URIBE, H. A. y SMULDERS, J. P. Estimación de parámetros y tendencias fenotípicas, ambientales y genéticas para características de producción de leche en bovinos overos colorados. En: Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 36, No. 2 (2004); p.137-146.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. and ROBERTSON, J. Analysis of forages and fibrous of the feeds. New York: Cornell University: Laboratory manual for animal science. 1985.

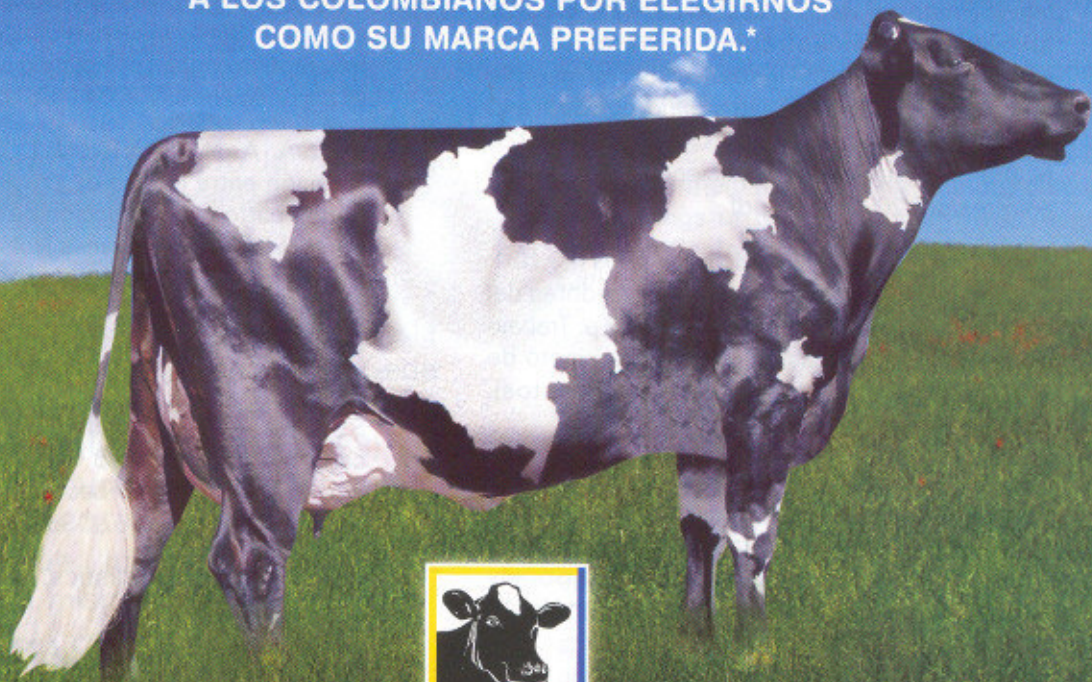
WALKER, G. P. *et al.* Variation in milk composition on farms due nutrition, management

and genetics: Final Report for Dairy Australian Project. 2003.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R. and STPIERRE, N. R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. In: Animal Feed Science and Technology. Vol. 39 (1992); p. 95-110.

¡Gracias!

A LOS COLOMBIANOS POR ELEGIRNOS
COMO SU MARCA PREFERIDA.*



Colanta

Sabe Más

*COLANTA la leche de mayor consumo y recordación en Colombia.
Fuente: Estudio de TOP OF MIND Realizado por Invamer Gallup para Dinero, Abril de 2007.