

Factores Nutricionales que Afectan la Proteína de la Leche

Zoot. Jaime Aristizábal V.

Prof. Ciencias de la Leche U. de A.

Asesor Técnico - Colanta

ABSTRACT

The milk protein concentration and composition are influenced by many factors, but the magnitudes of changes are less than those observed for milk fat content and composition.

The low efficiency (25 to 30 %) of conversion of dietary nitrogen into milk protein, may be partly responsible for the small and often inconsistent response to protein supplementation.

It is difficult to alter milk protein percent with changes in the feeding program. The best option to improve your income is to place emphasis on increasing total daily milk production, total kilograms of milk produced. This will also result in more kilograms of milk protein being produced.

Unfortunately, the relationship between nitrogen and energy requirements for ruminal microbes and for cows is complex and not well understood. Furthermore, establishing an optimal ratio of nitrogen to energy in the diet fed to cows is complicated, because two requirements must be met: one for the ruminal microbes and another for the host cow.

**RESUMEN**

La concentración y composición de la proteína láctea están influenciadas por numerosos factores, pero la magnitud del cambio es menor que los observados para el contenido y composición de la grasa de la leche.

La baja eficiencia de la conversión de la dieta de nitrógeno a proteína láctea, que es del 25 al 30%, puede parcialmente ser responsable de la poca e inconsistente respuesta a la suplementación de proteína.

Es difícil alterar el porcentaje de proteína en leche con cambios en los programas de alimentación. La mejor opción para mejorar la rentabilidad, es hacer énfasis en el incremento diario de la producción, es decir, total de kilogramos de leche producida. Esto resultará en una cantidad mayor de kilogramos de proteína.

Infortunadamente la relación entre nitrógeno y requerimientos de energía para los microbios ruminales y para las vacas es compleja y no bien entendida. Además establecer una óptima relación entre nitrógeno y la energía de la dieta para alimentar las vacas es complicado, porque existen dos requerimientos, uno para los microbios y otro para el animal hospedero.

Cambios de Alimentación y Manejo que Alteran la Producción de Sólidos en la Leche



Debemos cambiar los modelos de producción, ayer volumen hoy calidad, ayer grasa hoy proteína, ayer un monocultivo hoy variedad, ayer vacas grandes hoy medianas, ayer ordeño en potrero hoy ordeño en sala, ayer alambre de púas hoy cerca eléctrica, ayer alimentar dos veces hoy tres.

Cambios de Alimentación y Manejo que Alteran la Producción de Sólidos en la Leche

FACTOR DE MANEJO	% DE GRASA	% PROTEÍNAS
Máximo consumo	Se incrementa	Incrementa 0.2 - 0.3 %
Incremento alimentación	Incrementa 0.2 - 0.3 %	Se incrementa
Bajo consumo de energía		Decrece 0.1 - 0.2 unids.
Altos CNF > 45%	Decrece 1 %	Incremento 0.1 - 0.2
Alta fibra	Incremento marginal	Decrece 0.1 - 0.2
Baja Fibra	Decrece 1 % o más	Incrementa 0.1 - 0.2
Alta proteína cruda	Decrece 1 %	Incrementa 0.1 - 0.2
Baja proteína cruda	No afecta	Afecta
Proteína sobrepasante 33 - 40%	No afecta	Incrementa
Añadir grasa > 7 - 8 %	Variable	Decrece 0.1 - 0.2

Introducción

La mayoría de las investigaciones sugieren que la magnitud de cambio en el contenido de proteína láctea, es mucho más pequeña que el observado en el contenido de grasa en la leche.

Cuando se discute proteína láctea, hay que ser cuidadoso en la distinción y las respuestas que afectan el porcentaje de proteína, en comparación con los factores que afectan el rendimiento de proteína (cantidad).

Es difícil categorizar las respuestas en el contenido de proteína en leche, de acuerdo con la composición de la dieta. Por ejemplo el efecto de la relación pasto:concentrado no es independiente de la concentración de energía. Por lo tanto, el efecto estimado del consumo de energía, de la relación pasto:concentrado en el contenido y rendimiento de la proteína son confusos. Incrementando la porción de concentrado de la ración, generalmente resultará en un aumento de la densidad de energía en la dieta.

Alterando la relación pasto: concentrado, tipo de cereal, o métodos de procesamiento de cereales; afectan el balance de fermentación de los carbohidratos, el cual en su turno, pueden influenciar los modelos de crecimiento microbial y la producción de ácidos grasos.

Finalmente la dieta de grasa, puede afectar la fermentación ruminal de los carbohidratos estructurales y el rendimiento de la proteína microbial, dependiendo del aumento de grasa en el alimento y la reactivación ruminal.

Factores Nutricionales

1. Consumo materia seca
2. Energía de la ración
 - 2.1. Energía metabolizable
 - 2.2. De qué forma afectaría el consumo de energía el contenido de proteína en leche
- 2.3. Consumo de energía y su relación con la proteína microbial
3. Proteína de la ración
 - 3.1. Alimentación adecuada de proteína
4. Grasa en la dieta
 - 4.1. La adición de grasa y la proteína láctea
 - 4.2. La alimentación con semilla de algodón
5. Pastos en la dieta
6. Relación pasto:concentrado
7. Concentrados
8. Procesamiento de granos
 - 8.1. Frecuencia en la alimentación
 - 8.2. Fermentación ruminal y % de proteína
9. Aditivos
10. Recomendaciones

1. CONSUMO DE MATERIA SECA

Para disminuir el efecto del balance negativo de energía al comienzo de la lactancia, es importante que las vacas dispongan de una buena cantidad y calidad de forrajes. Para ello se debe efectuar un correcto manejo de la cerca eléctrica, que va acorde con el contenido de materia seca de los pastos.

En la materia seca se encuentra el contenido de nutrientes tanto del pasto como del concentrado, indispensables para llenar los requerimientos de mantenimiento y producción, sin los cuales es imposible que la vaca exprese todo su potencial genético, para una correcta producción y composición de la leche.

En general el consumo de materia seca está regulado por el tamaño y producción de la vaca. El incremento en el consumo de materia seca, efectuado por el animal, está determinado por las características de la ración, como altos contenidos de FDN, CNF, proteína bruta y el medio ambiente (temperatura, humedad, etología, manejo, etc.) Ver figura 1.

FIGURA 1: Factores que Influyen en el Consumo de Materia Seca



Aristizábal J. y Londoño W. 1999

El incremento del consumo puede mejorar la proteína de la leche en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales. Este aumento en proteína puede ser debido, sobre todo, al mejoramiento en el balance de energía al incrementarse el consumo de materia seca de los alimentos, que debe oscilar de un 3.5 % a 4 % del peso vivo del animal (24).

Ejemplo:

- Vaca de 500 Kg de peso
- Producción: 25 litros
- Porcentaje de grasa: 3.5 %
- Requerimiento de materia seca: 4% de su peso vivo
- Edad:tercer parto

$$\begin{array}{r} 500 \text{ Kg} \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100\% \text{ PV} \\ \\ 4\% \text{ PV} \\ \hline \end{array}$$

$$X = 20 \text{ Kg de materia seca total}$$

PV: Peso vivo del animal

Hay muchas fórmulas que se pueden trabajar, dadas por los tratadistas de la ciencia lechera. En general los pastos son muy bajos en materia seca y ricos en agua, como se observa en la Tabla # 1, donde los pastos fluctúan desde el 11 al 17 % de materia seca. Este trabajo fue efectuado con la metodología del horno microondas.

2. ENERGÍA DE LA RACIÓN

Incrementando el consumo de energía diariamente, se da oportunidad a optimizar el contenido de proteína. Sin embargo el tipo de fuente mejoradora de energía puede ser crítica. El éxito es la alimentación con altos niveles de carbohidratos no fibrosos (CNF) para el mejoramiento de la energía, la cual es utilizada por los microorganismos ruminales, para la síntesis de proteína microbiana. La proteína



Tabla No. 1 Contenido de Materia Seca del Pasto Kikuyo Pennisetum Clandestinum. Altiplano Norte de Antioquia

% MATERIA SECA DEL PASTO KIKUYO					
	SAN PEDRO	ENTRERRIOS	BELMIRA	LAS PALMAS	RIONEGRO
PROMEDIO	15,2	14,6	14,5	14,80	14,90
R. MAX	17,7	18,19	18,46	17,40	16,20
R. MIN	12,31	12,34	12,11	12,46	11,25

Londoño W. (1998 - 1999)

microbial mejora el suministro de aminoácidos, los cuales pueden ser utilizados para la síntesis de proteína láctea, en la ubre de la vaca.

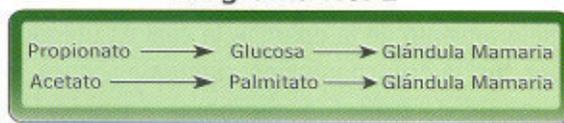
Es importante y de gran relevancia la procedencia y tipo de los carbohidratos. Recientes trabajos indican que carbohidratos rápidamente aprovechables, contenidos en la yuca, trigo y melazas, pueden incrementar el contenido de proteína de la leche. Alimentación con bajos niveles de energía, puede decrecer la proteína láctea de 0.1 a 0.3 unidades porcentuales.

Generalmente se observa una relación directa entre el suministro de energía y la síntesis de proteína microbial (25).

2.1 Energía Metabolizable y Requerimientos de Proteína para la Producción de Componentes Lácteos

Un método fundamental para estimar los requerimientos de energía metabolizable, y la absorción de la verdadera proteína para la producción de componentes lácteos, involucra un modelo de reacciones bioquímicas para la síntesis de leche.

Diagrama No. 1



Baldwin

El modelo presentado por Baldwin, ha sido citado frecuentemente y aquí lo simplificamos; toda la glucosa mamaria es derivada del propionato, la síntesis de grasa se debe a la eficiencia en la síntesis de palmitato, siendo este derivado del acetato. Ver Diagrama # 1.

La proteína absorbida es requerida para la producción de lactosa y grasa. La eficiencia en la utilización de proteína, que se absorbe para proteína láctea, será de un 70 por ciento sugerida por el NRC, asumiendo que el 10 por ciento de la glucosa de la lactancia debe ser derivada de los AA. El presente modelo, Tabla # 2, predice que la utilización de la proteína que se absorbe, se utiliza con una eficiencia del 90 % para la síntesis de proteína láctea. Esta es la presentación de un prototipo de nutrientes teóricos, basados en ejemplos biosintéticos, estimando los requerimientos de energía y proteína para cada componente independiente de la leche (4).

$$\bullet \text{ Contenido de proteína en leche.} = 1.9 + (0.4 \times \% \text{ de grasa})$$

***Ejemplo:**

$$1.9 + (0.4 \times 3.0 \%) = 3.1\% \text{ Proteína en leche.}$$

$$\wedge \text{ Requerimiento de proteína que se absorbe} = \text{proteína en leche} / 0.07$$

Tabla No. 2
Proteína que se Absorbe
Requerida por Kilogramo de Leche en
Diferentes % de Grasa Predichos por
el NRC en Diferentes Modelos de Proteína

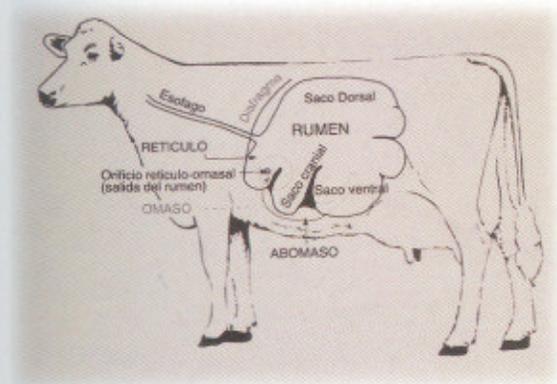
LECHE			
GRASA	LACTOSA	PROTEÍNA	NRC
%	%	%	Gr
3.0	4.8	3.1*	44.3 ^1
3.5	4.8	3.3	47.1
4.0	4.8	3.5	50.0
4.5	4.8	3.7	52.9

JDS Vol. 76 No. 6, 1993 NRC 1985

Ejemplo:

$3.1/0.07 = 44.3$. gramos de proteína que se absorbe para producir un 3.1 % de proteína en leche. Ver tabla # 2.

2.2 ¿De qué Forma Afectaría el Consumo de Energía al Contenido de Proteína en Leche?



Michel Wattiaux, Universidad de Wisconsin.

Vaca comiendo concentrado Perfil del lado izquierdo del retículo rumen de una vaca adulta. Los órganos situados al lado derecho se indican con líneas de puntos

Se ha establecido que la restricción de energía para la producción de proteína microbial, reduce la producción de proteína de la leche. Probablemente es cierto que los efectos sobre la producción de proteína microbial, constituyen una parte importante de la restricción impuesta por la reducción en el consumo de energía, sobre el porcentaje de proteína de la leche.

Otras razones pueden ser que cuando se reduce el consumo de energía, se aumenta la oxidación de la proteína para ser utilizada como productora de energía y compensar dicho déficit, o para ahorrar oxidación de glucosa, lo cual permite mantener en lo posible la lactosa y por lo tanto la producción de leche. De tal manera hay menos aminoácidos para la síntesis de proteína láctea.

Es necesario examinar los efectos del suministro de energía, sobre la producción total de proteína de la leche, más que sobre el porcentaje de la proteína láctea, para definir los mecanismos limitantes.

Todos los sistemas deben contemplar de manera ligada proteína y energía, pues es inconsistente hablar de estos dos nutrientes por separado. Una deficiencia de algún nutriente puede decrecer la síntesis de proteína microbial en el rumen, pasaje de AA al intestino delgado, y producción de leche por las vacas.

Pero los dos factores más limitantes son la **energía** y la **proteína**. Infortunadamente la relación entre los requerimientos de energía y nitrógeno para los microbios ruminales y para las vacas es muy complejo, y no bien entendido. Además establecer una óptima relación de proteína y energía en la dieta, para alimentar vacas es complicado, porque los dos requerimientos pueden ser; uno para flora ruminal y el otro para la vaca (25).

La relación entre energía y nitrógeno, determina el incremento de síntesis de proteína microbiana en el rumen. Una mezcla de carbohidratos no estructurales y estructurales es, normalmente, la mejor fuente de energía para el crecimiento de las bacterias ruminales. Esto se debe al proceso de fermentación de los carbohidratos, que rinden más energía por unidad de peso que la proteína. **La energía mejorada en la dieta como grasa, no es fuente de energía para las bacterias, afectando la síntesis de proteína bacterial.**

El consumo de energía y el porcentaje de proteína en leche están positivamente correlacionados ($R = 0.42$). En diferentes trabajos Sporndly observó una correlación positiva entre el incremento en la concentración de energía metabolizable y el porcentaje de proteína láctea ($R = 0.42$) y

La energía mejorada en la dieta como grasa, no es fuente de energía para las bacterias afectando, la síntesis de proteína bacterial.

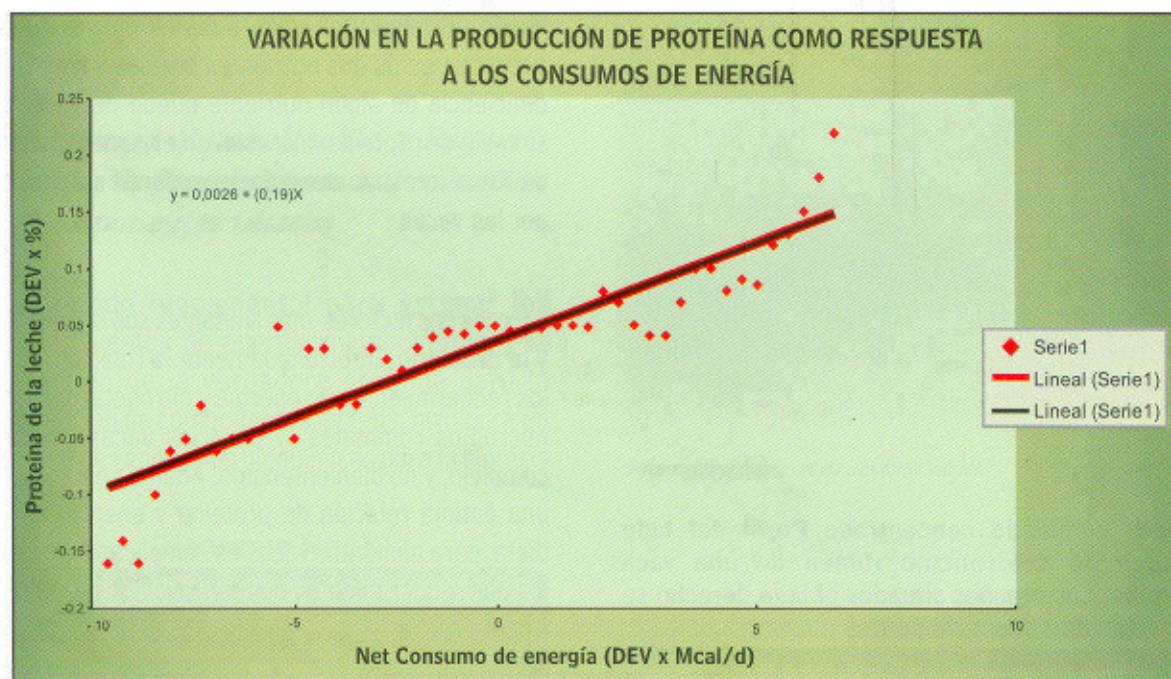
rendimiento de proteína 0.89. Observando la fig. 2 al incrementar el consumo de energía neta para lactancia se aumenta el contenido de proteína láctea ($R = 0.92$). Por cada una Mcal de incremento de energía para lactancia, el porcentaje de proteína se incrementa en 0.023 unidades porcentuales y el rendimiento se incrementa en 0.02 kg (10).

2.3 Proteína Microbial

Frecuentemente se observa una relación directa entre el suministro de energía y la síntesis de proteína microbiana. En general las relaciones entre energía fermentable (ATP) y el crecimiento microbiano, se expresan como gramos de nitrógeno microbiano por kilogramo de materia orgánica digestible o degradable.

Una buena concentración en las dietas de carbohidratos no fibrosos (CNF), ha mejorado

FIG. # 2
Consumo de Energía y su Efecto en el Contenido de Proteína



la utilización de nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3 - \text{N}$) para la síntesis de proteína microbial. Variando las fuentes y degradabilidad de los CNF y la proteína degradable en rumen (RDP), puede incrementarse el flujo de aminoácidos (AA) a intestino y glándula mamaria, para la síntesis de proteína microbial (8).

Los estudios de Casper et al, sugieren que la diferencia en la solubilidad de CNF más que la degradabilidad, puede resultar en diferentes respuestas en los animales (6).

En la Tabla # 3 se observa la composición de los aminoácidos que producen las bacterias ruminales, que aportan una buena cantidad de aminoácidos para la producción de proteína láctea.

Hasta el momento no tenemos una buena guía para alimentar las vacas, de acuerdo con los requerimientos de aminoácidos; solamente hay estimativos en trabajos realizados por Degussa (16).

Informaciones preliminares indican que un adecuado balance de aminoácidos al intestino, son necesarios para mejorar el contenido de proteína en leche.

La importancia de formular varias fuentes de proteínas en las raciones es contar con un adecuado balance de AA, necesarios para un correcto balance nutricional de la vaca y, por ende, un buen contenido de proteína láctea.

El contenido de proteína de la leche se ha ido incrementando en varios trabajos, cuando se

Tabla No. 3 Composición de Aminoácidos en las Bacterias Ruminales

AMINOÁCIDOS	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO
AMINOÁCIDO	Gr / 100 GRAMOS DE AMINOÁCIDOS		
Arginina	5.1	3.8	6.8
Histidina	2.0	1.2	3.6
Isoleucina	5.7	4.6	6.7
Leucina	8.1	5.3	9.7
Lysina	7.9	4.9	9.5
Metionina	2.6	1.1	4.9
Fenilalanina	5.1	4.4	6.3
Treonina	5.8	5.0	7.8
Valina	6.2	4.7	7.6
Alanina	7.5	5.0	8.6
Ácido aspártico	12.2	10.9	13.5
Ácido glutámico	13.1	11.6	14.4
Glycina	5.8	5.0	7.6
Prolina	3.7	2.4	5.3
Serina	4.6	3.4	5.4
Tyrosina	4.9	3.9	7.7

Clark et al 1992. (7)

han dado aminoácidos protegidos, como lisina y metionina en la alimentación. El primer paso para determinar la relación entre el suministro de aminoácidos y la síntesis de proteína de la leche, es medir la absorción de aminoácidos por la glándula mamaria (24).

3. PROTEÍNA DE LA RACIÓN

A diferencia de los animales monogástricos, la fermentación en el retículo-rumen desempeña un papel decisivo en los rumiantes para el suministro de precursores de la leche. Por ejemplo, la proporción de forraje en la ración regula la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

Por otra parte, la producción de proteína bacterial en el rumen, juega un papel importante en la síntesis de proteína láctea. Por tal motivo, la relación entre la alimentación y el contenido de proteínas de la leche, sólo puede comprenderse si se ha considerado el conocimiento básico acerca de la degradación de la proteína de la dieta y la síntesis de proteína microbial en el retículo rumen.

Desde luego la cantidad de proteína microbial sintetizada en el rumen depende del suministro de nitrógeno. Los requerimientos de este elemento para la síntesis de proteína bacterial se satisfacen, en gran parte, con el nitrógeno amoniacal (NH_3). En el rumen también existen cepas bacterianas que dependen parcialmente de péptidos y aminoácidos para la síntesis de sus proteínas.

A diferencia de los animales monogástricos, la fermentación en el retículo-rumen desempeña un papel decisivo en los rumiantes para el suministro de precursores de la leche. Por ejemplo, la proporción de forraje en la ración regula la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

Raciones bajas en proteína darán bajo contenido de proteína en la leche. Sin embargo, alimentando con excesos de proteína por encima de los requerimientos nutricionales, no tiene efecto en rendimiento y composición de la leche, excepto que se incrementa el nitrógeno no proteico (NNP) en leche.

La baja eficiencia (25 a 30 %) de la conversión del nitrógeno de la dieta a proteína láctea, puede ser parcialmente responsable de la poca e inconsistente respuesta a la suplementación de proteína. Un balance entre proteína degradable y no degradable, es necesario para optimizar la proteína de la leche (3,17).



Proteína sobrepasante

La cantidad de aminoácidos disponibles en ubre para la producción de proteína láctea, no sólo depende de las transformaciones que ocurren en el rumen, sino también de la absorción de aminoácidos en el intestino.

Un incremento en el suministro de aminoácidos disponibles a la glándula mamaria, dará por resultado una síntesis más

elevada de proteína de la leche. Sin embargo el incremento de este suministro de aminoácidos a

la ubre, está limitado por el hecho de que cuando se aumenta el contenido de proteína en la dieta, sólo alrededor del 30 % de dicha proteína alcanza el intestino. Esto explica los resultados de las investigaciones en las cuales la suplementación proteica, en grandes cantidades, no tuvo efectos marcados sobre el rendimiento de proteína de la leche (19).

Como regla general las investigaciones demuestran que cuando los rendimientos en leche son cada vez mayores, el porcentaje de proteína de la leche tiende a disminuir, sin embargo no desciende por debajo de 2.5 a 2.8%.

3.1 Alimentación Adecuada de Proteína

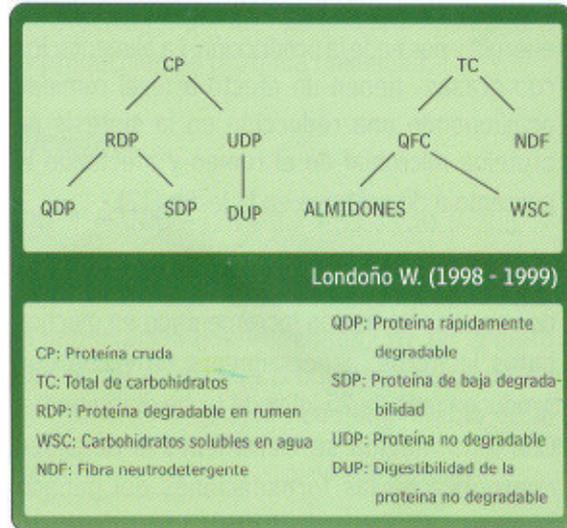
El conjunto de requerimientos para proteína cruda y proteína no degradable son esenciales para mantener el test normal de proteína. El nivel de proteína que escapa de la fermentación ruminal (by pass) debe estar comprendida entre los rangos de 33 – 40 % de la proteína cruda.

Un requerimiento preciso no ha sido bien definido, pero teniendo al menos un 33% de la proteína no degradable (como porcentaje de la proteína cruda) parece ser necesaria para mantener un porcentaje normal de la proteína láctea.

Generalmente el nivel de proteína en la dieta afecta el rendimiento de leche, pero no el porcentaje de proteína en la leche, al menos que la dieta fuese deficiente en proteína cruda. También un exceso de proteína degradable, como la urea, puede reducir la proteína en leche, debido al gasto energético que necesita la vaca para detoxificar, a nivel hepático, el exceso de amoníaco para convertirlo en urea.

Como conclusión podríamos decir que es difícil separar el efecto que tiene la energía sobre la

Diagrama No. 2 Metabolismo Ruminal de la Proteína y los Carbohidratos



proteína. Además la dieta de proteína tiene poca influencia en la proteína láctea, solamente se ve su importancia cuando ésta es severamente restringida, o en caso contrario está por encima de los requerimientos del animal. Emery concluye que no hay una correlación entre el contenido de proteína de la leche y la concentración de la proteína en la dieta ($r = 0.06$) (9).

4. GRASA EN LA DIETA

Las grasas mejoran la energía para la vaca, pero no para los microorganismos ruminales. Varios estudios han demostrado que añadiendo grasa a la ración, decrece el contenido de proteína de 0.1 a 0.3 unidades porcentuales. Las fuentes de grasa, como la semilla entera de algodón y la semilla de soya, tienen más problemas que las fuentes de grasa inertes a nivel ruminal. La producción de leche y el contenido de proteína pueden incrementarse cuando se añade grasa a la ración, pero el porcentaje de proteína puede decaer.

4.1 La Adición de Grasa en la Alimentación y la Proteína Láctea

Existe un creciente interés en proporcionar lípidos en la ración para elevar el consumo de energía y por ende la producción. La alimentación con grasas tienen un efecto a nivel ruminal, ocasionando una reducción en la síntesis de proteína microbial en el rumen y afectando el porcentaje de proteína en la leche (12).

La suplementación de grasa en la alimentación de vacas se ha venido incrementado en muchos hatos lecheros, especialmente en vacas que producen más de 25 kilos de leche diariamente. Con esta medida se incrementa la densidad energética de las formulaciones del ganado lechero.

Hay que ser cuidadosos y seguir ciertos delineamientos con la alimentación de grasa para evitar caídas del porcentaje de proteína en leche, que puede ser de 0.1 a 0.2 unidades porcentuales.



Vacas comiendo semilla

La suplementación de grasa en la alimentación de vacas se ha venido incrementado en muchos hatos lecheros, especialmente en vacas que producen mas de 25 kilos de leche diariamente.

Cuando los niveles de grasa en la ración superan el 5% pueden bajar el porcentaje de proteína láctea, pero no la producción total de proteína. Además se observa que los rendimientos de proteína y grasa se han incrementado por la suplementación de grasas en la dieta (12, 13, 14, 15).

4.2 Alimentación con Semilla de Algodón

Cuando a la ración se le adiciona semilla de algodón para mejorar la densidad energética, estamos proporcionando una excelente fuente de proteína, grasa y fibra a la dieta formulada.

Remitiéndonos al trabajo efectuado por Holland y Jaster Tabla #4, la alimentación con semilla de algodón afecta la composición de la leche de las vacas, cuando se adiciona a una dieta diferentes porcentajes de semilla (0, 10%, 15%, 20%). Vemos que los porcentajes de grasa y sólidos totales en la leche se incrementan y el porcentaje de proteína baja, comparados con el grupo control que no tiene semilla de algodón. Es importante aclarar que después del 10 % de semilla a la ración, las sucesivas adiciones no efectúan cambios significativos en el porcentaje de proteína (13).

Tabla No. 4
Porcentaje de Semilla de Algodón en la Dieta

ITEM	0%	10%	15%	20%
GRASA	3.19	3.45	3.51	3.61
PROTEÍNA	3.24	3.15	3.15	3.16
SÓLIDOS NO GRASOS	8.68	8.63	8.61	8.55
SÓLIDOS TOTALES	11.87	12.08	12.12	12.17

Holland and Jaster 1999 feedstuffs.

Existen diferentes bases fisiológicas y metabólicas que pueden explicar la influencia de la adición de grasas a las raciones, sobre la reducción del

porcentaje de proteína en la leche, pero no se conocen con profundidad los mecanismos de regulación (13).

En conclusión la suplementación con grasa usualmente tiene efecto negativo en el porcentaje de proteína, pero no todas las adiciones causan cambios en el rendimiento de la proteína láctea (4).

5. PASTOS EN LA DIETA



Mezcla de pastos

Altos consumos de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) puede bajar la proteína de la leche por el bajo contenido de carbohidratos no fibrosos (Carbohidratos fermentables) aprovechables por las bacterias ruminales para la producción de proteína unicelular.

En nuestro medio la dieta total de las vacas es la suma de la ingesta de pasto en el ámbito de pastoreo, donde no hay certeza en el verdadero consumo del pasto ni de materia seca, y la adición de grano (concentrado) en cada ordeño. En contraposición a la alimentación que dan USA y Europa donde son Raciones Totales Mezcladas (TMR) y las vacas permanecen estabuladas en gran parte del año.

Altos consumos de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) puede bajar la proteína de la leche por el bajo contenido de carbohidratos no fibrosos (Carbohidratos fermentables) aprovechables por las bacterias ruminales para la producción de proteína unicelular.

Ejemplo:

$$\text{CNF \%} = 100 - (25 + 2.7 + 53 + 9.8) = 9.5$$

En el artículo se ha venido insistiendo sobre la importancia que tienen los CNF en la dieta de las vacas para la producción de proteína microbiana y su relación con la proteína de la leche.

Pero observando la Tabla # 5 de trabajos sobre bromatología efectuados en laboratorio de **Colanta** y comparado con los bromatológicos de los pastos cosechados en USA, se aprecian muy bajos niveles de CNE y bajos contenidos de ENL. Los cuales influyen en la no expresión del potencial genético de las vacas para la producción de proteína láctea (22).

Nuestros pastos tienen alta proteína degradable y soluble, pero baja proteína sobre pasante (by pass). Se debería pensar en la adición de una proteína sobre pasante en dicha situación, teniendo en cuenta un balance correcto de la ración. Esto nos aportaría un excelente balance de aminoácidos al sistema sanguíneo de la vaca, para una producción correcta de leche y proteína.

Cuando las vacas se alimentan con pastos de corte y estos son picados finamente, decrece el porcentaje de grasa y puede incrementarse el porcentaje de proteína de 0.2 - 0.3 unidades porcentuales.

Tabla No. 5 Comparación Bromatológica de Pasto Kikuyo Pennisetum Cladestinum de Antioquia y un Ryegrass Lotium Perenne de U.S.A.

PASTO KIKUYO DE LA ZONA NORTE DE ANTIOQUIA						
EDAD (DÍAS)	1 ENL (Mcal)	2 P.C.%	GRASA %	3 FDN %	CENIZAS %	4 CNE%
25	1.25	25	2.7	53	9.8	9.5
35	1.15	20	2.78	58	9.78	9.46
45	1.1	18	2.8	62	9.6	7.6
55	1	17	2.75	65	10.5	4.75

Lab. Colanta. Datos por publicar

PASTO REEGRASS DEL ESTADO DE LA FLORIDA						
EDAD (DIAS)	1 ENL (Mcal)	2 P.C.%	GRASA %	3 FDN %	CENIZAS %	4 CNE%
20	1.5	20	2.7	46	9.8	21.5

MINSON. D. J. 1990 Foraje in nutrición. 9 Florida Ruminant Nutrition Symposium COLANTA 2000

MINSON. D. J.

1. ENL: Energía neta de lactancia.
2. PC %: Porcentaje de proteína cruda. (N x 6.25).
3. FDN%: Porcentaje de Fibra neutrodetergente.
FDN: (Lignina + celulosa + Hemicelulosa).

4. CNF%: Porcentaje de carbohidratos no estructurales.

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PC} + \text{GRASA} + \text{FDN} + \text{CENIZAS})$$

En general nuestros pastos poseen un rango de FDN comprendida entre 58% – 65%, los cuales deprimen el contenido de CNF en los pastos, con las consecuencias del bajo tenor de proteína en leche.

6. RELACIÓN PASTO CONCENTRADO



Ración total

Debido al mal manejo de nuestro pastoreo y por ende el limitado consumo de materia seca del pasto, el productor de leche se ve abocado a dar una gran cantidad de concentrado, con el fin de llenar los requerimientos de energía para mantenimiento y producción, por lo tanto la relación forraje concentrado se va estrechando de tal forma, que se ven afectados los porcentajes de grasa y de proteína de la leche. Ver Tabla # 6.

Tabla No. 6
Relación Pasto : Concentrado

ITEM	80 : 20	65 : 35	50 : 50	35 : 65
LECHE. Kg	20.8	21.6	22.3	23.4
Composición en %				
PROTEÍNA	3.11	3.12	3.22	3.26
LACTOSA	5.28	5.33	5.33	5.55
GRASA	3.83	3.83	3.68	3.33

Adaptado de Macleod et al.

Observando el trabajo efectuado por Macleod en la relación pasto:concentrado, sacamos como conclusión que a medida que se estrecha dicha relación de 80% materia seca del pasto (80:20) a 35% materia seca del pasto (35:65) se incrementa la producción de leche, se disminuye el porcentaje de grasa pero **se incrementa el porcentaje de proteína en la leche.**

Todos estos cambios en contenidos porcentuales, están íntimamente ligados a los efectos de la nutrición sobre la química ruminal, afectando la relación de los ácidos grasos volátiles (AGV), como se puede observar en el siguiente trabajo realizado por Hutjens. Ver Tabla # 7 (15).

7. CONCENTRADOS

Puede suponerse que una ración con alto contenido de concentrados, conduce a un aumento en la proporción de ácido propiónico en el rumen, ocasionando un incremento en la

síntesis de proteína microbial y consecuentemente una mejora en el suministro de aminoácidos a la glándula mamaria. Este efecto podría explicar los resultados de investigaciones donde reportan un mayor contenido de proteína en la leche, cuando las vacas tienen acceso a pastos con altos contenidos de CNF.

De acuerdo con nuestros estudios e investigaciones de campo, concluimos que una de las fallas más importantes para el bajo tenor del porcentaje de proteína, en las explotaciones ganaderas, son los bajos niveles de CNF de los pastos y por ende las deficiencias de energía de las raciones (30).

Es de vital importancia la mezcla en los potreros de pasto kikuyo con Ryegrass, Orchard etc., y en lo posible pensar en leguminosas o tener otras alternativas como siembra de maíz, avena, remolacha azucarera. También se debe pensar en la adición, a su sistema de alimentación, fuentes de energía, como silos de maíz, melazas,

Tabla No. 7 Efecto de la Infusión de Nutrientes en Rendimiento y Composición de la Leche.

% MATERIA SECA DEL PASTO KIKUYO				
	Sitio de Absorción	Leche (Kg/d)	Test de grasa	Test de Proteína
ACETATO	Rumen ²	+8	+8.9	-1.2
PROPIONATO	Rumen ²	-2	-8.3	+6.5
BUTIRATO	Rumen ²	-5	+14.2	-2.2
GLUCOSA	I.D. ³	+6	-10.3	-1.1
AMINOÁCIDOS (Infusión de Caseína)	I.D. ³	+7	-2.5	+5.9
A.G.C.L.	I.D. ⁴	+2	+13.1	NA

Rumen²: Infusión Intra Ruminal

I.D.³: Infusión Intra - abomasal

I.D.⁴: Infusión Intravenosa

A.G.C.L.: Ácidos grasos de cadena larga

Hutjens. M.

azúcar moreno, yuca etc. Todas estas sugerencias aumentan notoriamente el contenido de CNE y aportan energía para mejorar la proteína de la leche. No olvide consultar a su nutricionista. Ver Tabla # 5.

Uno de los efectos más importantes de la alimentación con concentrados, es el incremento de CNF (Almidones, azúcares y pectinas) siendo estos la primera fuente de energía para los microorganismos y por ende para la alimentación de la vaca. Los CNF promueven la concentración de propionato, suscitando la secreción de insulina, tan importante para la producción de proteína (20).

Los CNF deben estar en un rango de la ración total, o sea de pasto más concentrado de un 35 a 40 %.

El exceso de CNF degradables en el rumen, mayor del 40 por ciento de la ración, puede bajar el Ph ruminal y decrecer la digestibilidad de la fibra, causando una caída



Vaca comiendo concentrado

en el porcentaje de grasa en leche, de una a varias décimas, pero se incrementa el porcentaje de proteína láctea en 0.2 a 0.3 unidades porcentuales, por cada Mcal de E.N.L. consumida, si ésta proviene de CNF. Ver Tabla # 6 (32).

Se deben diseñar concentrados complementarios a pastos, desde el punto de vista de la cinética nutricional, o sea las diferentes velocidades de fermentación de los alimentos, para que éstos sean valorados rigurosamente y no como se ha venido trabajando con el tradicional y precario sistema de Weende (proteína bruta, fibra bruta, etc.).

8. PROCESAMIENTO DE GRANOS



Maíz extruído

Los granos procesados también tienen influencia en la composición de la leche. En la universidad de Arizona, han comprobado incrementos en la producción de leche y porcentaje de proteína, para vacas alimentadas con hojuelas al vapor de sorgo, comparado con el sorgo rolado. Las hojuelas de maíz pueden incrementar el porcentaje de proteína láctea, pero una sobrealimentación causa una severa caída en el porcentaje de grasa.

Con el procesamiento de granos se mejora la digestibilidad y la producción de leche, afecta

las ratas de degradabilidad del almidón, haciéndolo más digestible, no solamente en el rumen, pero también en el intestino delgado, alterando los parámetros de producción de los AGV en el rumen.

La gran mayoría de trabajos efectuados, en universidades americanas e israelitas, comparando las hojuelas de maíz y el maíz extruido con granos secos de maíz (sin procesar), sobre la mejora de digestibilidad tanto en rumen como intestino delgado, se debe al proceso de gelatinización de los almidones (28).

Ha sido demostrado el beneficio del maíz extruido sobre la reducción de la solubilidad del nitrógeno. Esto es muy importante en los sistemas de alimentación, donde las vacas ingieren gran cantidad de nitrógeno soluble, proveniente de los pastos, afectando la utilización de la energía y por ende los tenores de proteína en leche. **Colanta** y U.S Grain Council, patrocinan un trabajo de investigación, con maíz extruido y su efecto en la proteína láctea, en fincas del norte de Antioquia, donde la base de alimentación es el pasto kikuyo (por publicar) (31).

8.1 Frecuencia de Alimentación



Vacas alimentadas en potrero

Incrementando el número de comidas por día, no solamente se aumenta el consumo, sino que también se ayuda a mantener una tasa de fermentación ruminal uniforme, requerida para asegurar un contenido aceptable de grasa y proteína y una adecuada distribución de la energía, entre la síntesis de leche y la deposición de tejido corporal (31).

Con alimentación frecuente, el Ph del rumen varió de 6.2 – 6.4, mientras que alimentadas dos veces por día varió de 5.8- 6.7. Se piensa que estos extremos en el medio ambiente ruminal, son responsables de la reducción de consumo, cuando el tiempo de acceso y por lo tanto, la frecuencia de alimentación es reducida. Una ventaja adicional de la alimentación frecuente, especialmente en dietas que contienen cantidades importantes de concentrados, es que el medio ambiente ruminal es más uniforme, conduciendo a una mayor proporción de acetato: propionato en los productos de la fermentación ruminal.

Incrementando la frecuencia de la alimentación puede reducirse el efecto negativo de la fermentación intensiva de los CNF en el rumen. Se reduce las fluctuaciones de los ácidos grasos volátiles, Ph y amoníaco, por incremento de la frecuencia en la alimentación, que mejora la síntesis de proteína microbial. Rendimiento de leche y composición láctea (28).

Cuando el tiempo de acceso a los concentrados es severamente limitado, la forma física del concentrado puede tener un papel importante en la cantidad consumida. Alternativamente puede lograrse una considerable mejora en el consumo de concentrados aumentando el tiempo de acceso. Por lo tanto, cuando se trata de maximizar el consumo de energía, es importante que además de aumentar la concentración de energía de la ración, se

aumente en una cantidad apropiada el tiempo de acceso a esta dieta, para permitir que se logre el máximo consumo (31).

Incrementado el número de comidas por día, no solamente se aumenta el consumo, sino que también ayuda a mantener una tasa de fermentación ruminal uniforme requerida para asegurar un contenido aceptable de grasa y proteína y una adecuada distribución de la energía, entre la síntesis de leche y la deposición de tejido corporal (28).

Prácticamente las vacas de nuestras ganaderías deberían ser alimentadas mínimo tres veces al día, en un esquema simple y sencillo, por ejemplo una vaca que reciba 10 kilogramos de concentrado al día, debe recibir 3.5 Kg en la mañana, 3.0 Kg al medio día y 3.5 Kg en la tarde (2).

Debemos cambiar los modelos de producción, ayer volumen hoy calidad, ayer grasa hoy proteína, ayer un monocultivo hoy variedad, ayer vacas grandes hoy medianas, ayer ordeño en potrero hoy ordeño en sala, ayer alambre de púas hoy cerca eléctrica, ayer alimentar dos veces hoy tres.

8.2 Fermentación Ruminal y Porcentaje de Proteína en la Leche

En la práctica parece probable que un cambio hacia una alimentación con mayor contenido de concentrado para aumentar el consumo, y por lo tanto la producción, puede incrementar la producción de propionato en el rumen, pero cualquier ventaja que esto pudiera conferir probablemente estará excedida por el aumento

de la producción y el beneficio se observará en la producción total de proteína y no como porcentaje de la proteína (5).

9. ADITIVOS

Gran número de aditivos han sido estudiados para determinar su potencial en el efecto de la proteína láctea. Las respuestas han sido variables, en varios trabajos con levaduras han mejorado el contenido de proteína. La adición de niacina en raciones que contienen grasas, como la semilla de algodón, frijol de soya ha incrementado el contenido de proteína láctea. Trabajos realizados con ionóforos, AA protegidos, Propilen glicol, también han sido inconsistentes. Trabájelos en su hato y obtenga sus propias conclusiones (1, 5, 23).

10. Conclusiones y Recomendaciones

1. Utilice análisis bromatológicos y foliares para desarrollar un buen balance nutricional.
2. Incremente la relación en el consumo de energía por CNF y las necesidades mínimas de

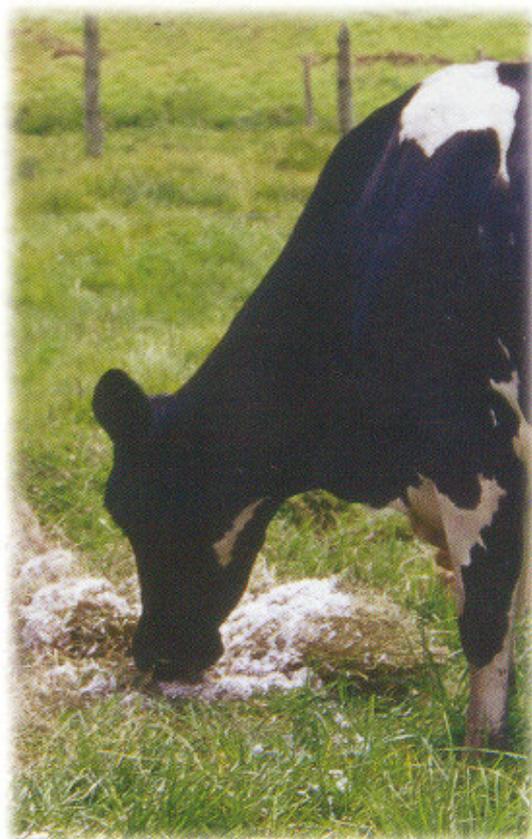


fibra. El mínimo de contenido en una ración total para inicio de lactancia debe ser, 18-20 % de FDA y 27-30 por ciento de FDN.

3. En un programa de alimentación el 75 % de la FDN debe proceder del pasto. Se debe asumir tamaño de las partículas (fibra efectiva), para que las vacas tengan un promedio de 9-11 horas diarias de actividad ruminal.

4. Lo primero que debe llenar la vaca son los requerimientos de materia seca, punto crucial para un adecuado programa de alimentación.

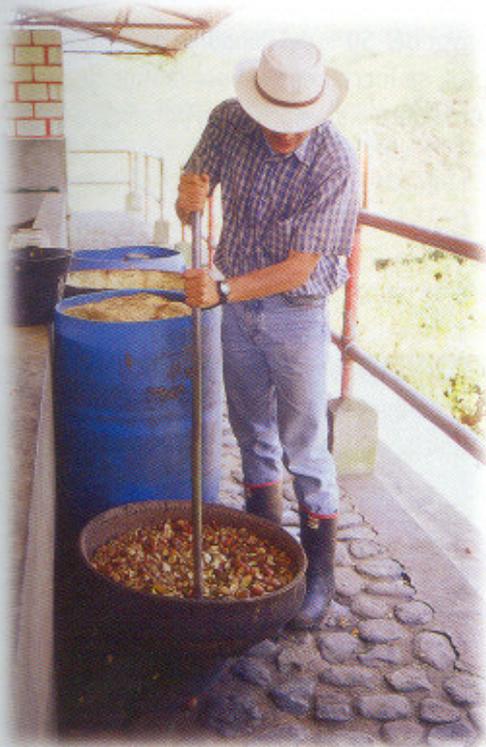
5. La ración para inicio de lactancia debe contener de 35 al 40 % de CNF. Estos mejoran la disponibilidad de energía, estimulando la síntesis de proteína microbial.



6. Se deben balancear raciones para proteína total y fracciones de proteína. La guía para inicio de lactancia está de 17 al 18 % de proteína. Cerca de un 60 a 65 por ciento debe ser proteína degradable (PD) y de un 40 a 35 % debe ser no degradable. La ración debe poseer de un 30 – 35 % de proteína soluble.

7. Use mezclas de varias materias primas proteicas en la formulación de la ración. Esto evitará que decrezca el balance de aminoácidos.

8. Tenga cuidado cuando utilice grasa, estas bajan el porcentaje de proteína. Sin embargo ellas pueden incrementar la producción de leche y decrecer el balance negativo de energía.



Otro modelo de producción, dar subproductos de la región.



Alimentos indigestibles

9. Elabore cambios en su programa de alimentación, dando el concentrado mínimo tres veces al día, para evitar cambios bruscos de Ph en el ambiente ruminal, los cuales afectan las fermentaciones ruminales.

10. Coordine el programa de alimentación con proteína y CNF.

11. No olvidar la relación inversa que existe entre volumen de leche y cantidades porcentuales de grasa y proteína.

12. Las raciones altas en energía tienden a incrementar la producción de ácido propiónico a nivel ruminal y por ende la proteína láctea, pero decrece el contenido de grasa láctea.

13. Una baja alimentación con concentrado reduce el consumo de energía y la cantidad de proteína láctea. De 0.1 a 0.4 % o más.

14. El exceso de energía puede incrementar la proteína láctea de 0.1 a 0.2 % o más.

15. Raciones con alto contenido de proteína soluble pueden bajar el porcentaje de proteína de 0.1 a 0.2 %. Por ejemplo pasar de un 22 % de proteína soluble a 40 % de proteína soluble.

16. Pasto finamente molido puede incrementar la proteína de 0.2 a 0.4 %, puede decrecer la grasa.

17. Incrementado el nivel de concentrado, mayor del 50 % del consumo de la materia seca total, se incrementa el porcentaje de proteína, pero habrá disminución del porcentaje de grasa.

Glosario

CNF:	Carbohidratos no fibrosos	SDP:	Proteína de baja degradabilidad
FDN:	Fibra neutrodetergente	UDP:	Proteína no degradable
FDA:	Fibra detergente ácida	DUP:	Digestibilidad de la proteína no degradable
CP:	Proteína cruda	NNP:	Nitrógeno no proteico
TC:	Total de carbohidratos	AA:	Aminoácidos
WSP:	Carbohidratos solubles en agua	PS:	Proteína soluble
RDP:	Proteína degradable en rumen	NEL:	Energía neta de lactancia
NDF:	Fibra neutrodetergente	Mcal:	Un millón de calorías
QDP:	Proteína rápidamente degradable	A.G.C.L:	Ácidos grasos de cadena larga

Bibliografía

1. ACEDO. J., González. R. Utilización de aditivos en piensos para rumiantes: minerales forma orgánica, levaduras, enzimas, ionóforos y otros. En: Frisona Española (1999).
2. ARISTIZABAL LONDOÑO, Jaime. Sistema de campo para determinar el contenido de materia seca en los pastos, por el método del horno microondas. En: II Seminario internacional sobre la calidad de leche; Colanta. 1999. P 175 – 181.
3. BEQUETTE, B.J., Backwell, F.c and Crompton, L.A. En: J. Dairy Science. Vol. 81 (1998); p. 2540-2559.
4. BOILA, R.J., Macinnis Mabon, B. and Ingalls, J.R. En: J. Anim. Sci. Vol.73 (1993); p. 327-342.
5. BROSTER. W.H. Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. 1979. p 85-108.
6. CASPER. D, Maiga. H. A., Brok. Michael j. Shingoethe. D.J., Sincronization of carbohydrate and protein sorces on fermentation and passage rates in dairy cows. En: J.D.Sci. 82 (1999); p. 1779-1790.
7. CLARK. J H., Klusmeyer.T.H.,Cameron.M. R. Symposium nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cow. En: J.D.Sci.75 (1992); p. 2304-2323.
8. DEPETERS .E. J and Cant.P.J.nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. En: J.D. Sci. 75 (1992); p. 2043.
9. EMERY, R. S. Feeding for increased milk protein. En: J. Dairy Sci. 61: (1978); p. 825.
10. EMMONS. D. B., Kertz. A. F. Borden symposium: Effect of new milk protein determination technologies on the dairy industry: crude versus true protein. En: L.D.Sci.75 (1992); p. 3191-3209.
11. GRANT RICK. Feeding to maximize milk solids. Feeding and nutrition.University of nebraska-Lincoln. [http:// www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/.../FEEDING To maxime milk solids.htm](http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/.../FEEDING>To%maxime% milk% solids.htm). (1993).
12. HINDERS. R. Optimum dietary fat levels for high-producing cows explored. En: Feedstuffs, (2000); p 27.
13. HOLLAND.J.R., HASTER.E. Use of short, long staples cottonseed examined. En: Feddstuffs (Sep 13 1999); p. 12-14.
14. HOLTER.B.J., Hayes.H.H. Energy balance and lactation response in holstein cows supplemented with cottondeed with or without calcium soap. En: J.D.Sci.75 (1992); p. 1480-1494.
15. HUTJENS, M. Feeding protein and fat in milk. En: CD ROM DIAMOND V. Section 7, 2000.
16. JOINT MEETING Abstract. Effect of protected methionine on milk yield and composition on comertial dairy farms. 1998. p. 345.
17. KENNELLY j, Glim, D. 2000. Potential to alter the composition of milk explored. En: Feedstuffs. (Jan. 2000).
18. KHOORASANI, G.R., de Boer, G., Robinson,B.and kennelly,J.J. En: J. Dairy Sci.77 (1994); p. 813-824.
19. MABJEESH., S.J., et al . Effect of type of protein supplementation on duodenal amino acid flow and absortion in lactating dairy cows. En: J.D.Sci 79 ; p. 1792-1801.
20. McCARTHY, T.H. KLUSMEYER, j. L. And D.R. NELSON. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactation cows. En: J. Dairy Sci. 72: (1989); p. 2002.

21. MCGUIRE.A.M., griinari.M.J., Dwyer.A.D. Role of insulin in the regulation of mammary synthesis of fat and protein. En: J.D.Sci.78: (1995); p. 816-824.
22. MINSON D.J. Forage in nutrition. 9th Florida Ruminant Nutrition Symposium COLANTA, 1990.
23. MINOR. J.d.,Trower.I.S.,etal.. Effects of nonfiber carbohydrate and niacin on periparturient metabolic status and lactation of dairy cow. En: J. D. Sci. 81 (1998); p. 189- 200.
24. NATIONAL RESEARCH council. Nutrient requeriments of dairy cattle. 6th rev. Ed. Update. Natl. Acad Sci., Washington, DC., 1989.
25. NOCEK.J.E., and Russell. J.B.. Protein and energy as an integrated system.Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. En: J.D.Sci. 21 (1988); p. 2070.
26. RANDBY.E.A., Selmer.O., Baevre.L. Effect of etanol in feed on milk flavor and chemical composition. En: J.D.Sci. 82 (1999); p. 420-428.
27. SANTOS.P.A.F.,Huber.T.J.,Theurer.B.C. Milk yield and composition of cows fed Steam flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. En: J.D Sci. 81 (1988); p. 215-220.
28. SHABI. Z., Bruckental. I., et al. Effets of extrusion of grain and feedig frecuency on rumen fermentation, nutrien digedibility, and milk yiel an composition in dairy cows. En: J.D.Sci 82 (1999); p. 1252-1260.
29. SIMAS. J., Huber. T., et al. Influenece of sorghum grain processing on performance and nutrien digestibilities in dairy cows fed varying concentrations. En: J.D.Sci. 81; p. 1966-1971.
30. STAPLES. C.. Comunicación personal. Universidad de la florida, 2000.
31. —————, Perez. C. Gonzalez. J. Calle. C. Aristizabal. J.. Efecto del tipo de suplementación en la producción y composición protéica de la leche de vacas en pastoreo en Antioquia. En: II seminario internacional sobre la calidad de leche. 1999. P: 183.
32. TLYKOS, G:A. Vargas and D. Casper ..varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: Effects on ruminal fermentation blood matabolites . milk production composition in high producing holstein cows . En: J. D. Sci. 80 (1997), p. 3341.
33. WEST.W.J., Mandebvu. G. M., and Gates.R. N. Intake , milk yield , and digestion by dairy cows fed diets with increasing fiber content from bermudagrass hay or silage. En: J.D.Sci. 81(1998); p. 1599-1607.

