

23132

57543



ESTRATEGIAS NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN BOVINA EN LA ORINOQUIA

Memorias Curso No.07

Villavicencio, marzo 18 – 20 de 1998

MEMORIAS CURSO

ESTRATEGIAS NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN BOVINA EN LA ORINOQUIA

CONFERENCISTAS

1. Luis Miguel Acosta – Ignacio Amador Gómez
2. Maria Ligia Roa
3. Camilo Plazas B
4. Hernando Florez
5. Darío Cárdenas García
6. Eduardo Abondano
7. Jorge Arias
8. Álvaro Wills Franco
- 9 y 10 Jorge Medrano Leal
- 11 Tito E. Díaz Muñoz
- 12 Juan Carulla

Publicación: CORPOICA
Editores: Nora Elisa Cubillos Quintero
Programa Regional de Transferencia de Tecnología
Jorge Medrano Leal
Programa Regional de Investigación Pecuaria
CORPOICA - Regional 8
Código: 02.04.07.08.33.98
Impresión: Electrónica

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. Efectos de la alimentación y manejo sobre la calidad y rendimiento de la canal. Luis Miguel Acosta e Ignacio Amador Gómez.....	1
2. Sistemas silvopastoriles para la Orinoquia Colombiana. Maria Ligia Roa.....	11
3. Prácticas de manejo para aumentar la producción de la empresa ganadera en la altillanura Colombiana. Camilo Plazas.....	25
4. Importancia del suministro de energía y proteína de la reproducción de la hembra bovina. Hernando Flores Díaz.....	44
5. El uso estratégico de subproductos agroindustriales como suplemento alimenticio para evitar la estacionalidad de la producción bovina en la orinoquia Colombiana. Dario Cárdenas García.....	80
6. Utilización y efectos de los promotores de crecimiento en la producción bovina. Eduardo Abondano.....	119
7. El uso de aditivos en la alimentación animal. Jorge Arias.....	122
8. Vitaminas en ganado. Alvaro Wills Franco.....	135
9. Alternativas para la alimentación de terneros en sistemas de producción bovina doble propósito. Jorge Medrano Leal.....	142
10. Potencial de los cultivos forrajeros en sistemas de producción bovina y aspectos tecnológicos de la conservación de forrajes. Jorge Medrano Leal.....	150
11. Avance en el estudio de bacterias celulóticas del rumen de bovinos en pastoreo en Colombia y sus aplicaciones futuras Tito E. Díaz Muñoz.....	163
12. Avances en los conocimientos sobre fermentación y el metabolismo de nitrógeno y carbohidratos en rumiantes y su aplicación. Juan Carulla.....	165

1. EFECTO DE LA ALIMENTACION Y MANEJO SOBRE LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CANAL

Luis Miguel Acosta
Ignacio Amador Gomez¹

INTRODUCCION

En la actualidad nos preguntamos igual que en el pasado que es la calidad y como evaluarla en la producción de carne, encontrándonos frente a un problema teórico y práctico por falta de una definición objetiva de la calidad de la carne per se, sin embargo no es fácil definir la calidad solo referida a la carne cuando a esta le preceden un sin número de características internas y externas que la modifican.

Es claro que en un análisis retrospectivo la calidad de la carne esta definida por la calidad de la canal y esta a su vez definida por la calidad del animal, el cual es el resultado del manejo integral de variables medio ambientales, genéticas y nutricionales.

La calidad de la carne

La definición más elemental habla "que es aquella característica que gusta al público y que el carnicero vende mejor". La calidad de la carne también ha sido definida "como una combinación de características físicas, químicas y estructurales que conducen al grado óptimo partiendo de su apariencia y calidad comestible".

La calidad comestible

La calidad comestible es la sensación física y estética causada por la carne en el transcurso de la masticación. La calidad comestible esta determinada por atributos como la jugosidad, blandura, aroma y sabor, siendo estos afectados por los sistemas de producción.

Calidad de la canal

Esta definida básicamente por la proporción de sus tres componentes: carne, grasa y hueso, cuyos porcentajes determinan el grado de rendimiento en canal y permiten el establecimiento de índices productivos.

La carne comestible o aprovechable

Carne aprovechable es sinónimo de carne magra. El rendimiento en carne comestible se define como el peso de la canal menos los huesos, tendones y tejidos conectivos y la grasa excesiva. La grasa de cobertura puede variar de 1.0 cm en el mercado Norteamericano a 0.5 cm en el Europeo, de tal manera que la grasa que supere estas medidas es considerada como grasa excesiva.

¹ E.C.T.A. Universidad de Cundinamarca y M.Sc. ICTA-Universidad Nacional, respectivamente.

CARACTERISTICAS QUE INCIDEN SOBRE EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD

Edad y peso vivo

Al hablar de rendimiento como tal, la edad no interesa ya que los animales son llevados al sacrificio teniéndose como base principal su peso vivo, además de algún índice de *rendimiento* ajustado a un grado de adiposidad. En países con sistemas de clasificación de canales y carnes se ha observado que el peso vivo es uno de los factores más importantes en la determinación

del precio, siendo la tendencia a disminuir el precio por unidad de peso vivo cuando éste se incrementa, presentándose menor variación de precios entre los grados definidos de clasificación que entre los pesos vivos. El efecto de la raza o cruzamiento es de menor o ninguna importancia. Sin embargo las variaciones en el precio del animal en pie son un reflejo de la adiposidad y la clasificación final de la canal (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación final de la canal

Peso de la canal (kg)	Precio promedio \$/kg
204 – 249	2720
250 – 294	2800
295 – 318	3040

La mayoría de las medidas de eficiencia en producción comercial de carne están relacionadas con el peso vivo al sacrificio. Sin embargo, en esquemas organizados de

comercialización es el peso de la canal fría quien determina el precio pagado al productor, cuando se establece el rendimiento en canal (tabla 2 y 3).

Tabla 2. Relación entre el peso vivo y el rendimiento en canal

Peso vivo (kg)	No. Animales	Rendimiento (%)
91 – 135	3	51.4
136 – 180	8	52.4
181 – 226	27	52.4
227 – 271	26	55.7
272 – 317	64	56.3
318 – 362	97	56.4
363 – 407	52	57.8
408 – 453	18	59.1
454 – 498	26	58.8
499 – 543	23	60.3
544 – 589	10	59.9

Tabla 3. Efecto del peso de la canal y el rendimiento de la carne comestible

Variable	Peso de la canal (kg)		
	181 - 227	272 - 318	363 - 408
Numero de canales	40	40	40
Carne comestible	65.50	65.00	62.30
Grasa excesiva *	16.20	17.20	21.10
Hueso *	16.30	15.10	14.50
Carne comestible: Hueso	4.03	4.33	4.32

*% de la canal

Alimentación

El factor que más afecta el rendimiento del animal es la dieta. En animales sometidos a dietas ricas en fibra se ha podido establecer que la dieta influye en el área y contenido gastrointestinal alcanzando valores hasta de un 30% del peso vivo del animal.

Con ganado Brahman, alimentado con una dieta alta en contenido de forraje, se ha obtenido un rendimiento en canal del 52.0%,

mientras que otro con una dieta suplementada con concentrado se obtuvo un 55.8%.

Sexo

Se han realizado un sin número de trabajos en los que se comparan toros y novillos, encontrándose generalmente que los toros rinden menos en canal debido a sus pieles más pesadas y una menor adiposidad, pero superan a los novillos en producción de carne comestible (magra), (tablas 4 y 5).

Tabla 4. Efecto del sexo en la composición de la canal

Peso canal (kg)		Carne magra (%)		Grasa (%)		Hueso (%)	
Toros	Novillos	Toros	Novillos	Toros	Novillos	Toros	Novillos
243	242	72.5	61.3	10.1	23.7	17.4	15.0
250	251	67.8	57.7	16.5	28.3	15.4	14.0
226	226	64.0	60.9	18.8	23.9	18.1	16.1
282	285	63.0	60.0	18.8	23.9	18.1	16.1
285	280	51.8	44.1	30.8	40.1	17.4	15.8

Tabla 5. Efecto del sexo en el rendimiento de carne comestible

Variables	Sexo		
	Novillos	Novillas	Vacas
Numero de animales	61	54	60
Peso de la canal (kg)	181-318	181-318	181-318
Carne comestible (%)	65.7	61.3	62.5
Grasa excesiva (%)	16.2	22.1	20.7
Hueso (%)	16.3	14.6	14.7
Carne comestible: Hueso	4.09	4.21	4.25

En estudios comparativos entre toros y novillos sacrificados al mismo peso vivo, no se encontraron diferencias en los rendimientos; en contraste se presentaron ventajas significativas a favor de los toros, cuando el sacrificio se realiza a la misma edad, siendo por ende, más pesados los toros.

En novillas se ha observado que el peso al sacrificio es menor que en los novillos, sin embargo en algunos casos su rendimiento en

canal es mayor al novillo aunque sus canales presentan mayor cantidad de tejido graso.

Raza

Las razas tradicionales de carne (Brahman, Shorthorn, Angus) presentan un mayor rendimiento en canal que las razas tipo leche, sin embargo este mayor rendimiento está influenciado por la tendencia de los primeros a acumular grandes cantidades de tejido graso (tabla 6).

Tabla 6. Efecto de la raza en la adiposidad

Raza	Número de animales	Peso canal (kg)	Grasa intramuscular*	Espesor de la grasa (cm)
Angus	1219	321	8.1	2.4
Shorthorn	407	322	7.5	2.4
Hereford	563	327	7.5	2.2
Red Poll	37	331	6.5	1.5
Otras	210	329	6.2	1.5

*Escala: 1=Exento; 10=Abundante.

En Cuba en un estudio de comportamiento en dietas de alto contenido de energía, con animales destetados a los 90 días y sacrificados a los 400 kg de peso vivo se

demonstró que las razas sí difieren en la distribución de carne, como se observa (tabla 7).

Tabla 7. Efecto de la raza en la producción de carne comestible en canales de toros.

Variable	Santa Gertrudis	Brahman	Criollo	Charolais	Nivel s/cancia
Numero animales	8	16	16	19	
Peso canal (kg)	225	228	231	235	
Rendimiento (%)	55.2a	56.8 ^a	57.0ab	58.0b	*
Carne comestible (%)	69.9a	71.8 ^a	74.8b	76.4c	***
Carne de primera (%)	26.9a	27.6 ^a	29.8b	32.1c	***
Grasa excesiva(%)	13.8a	11.5 ^a	9.8c	7.1d	***
Hueso (%)	16.2	16.6	15.5	16.6	
Carne comestible:	4.36a	4.36 ^a	4.94b	4.60ab	**
Hueso					

Los resultados indican que el Charolais posee mayor proporción de carne de primera como porcentaje del total de carne comestible, superando al Brahman y al Santa Gertrudis, sí, el Charolais como parece es mejor que las razas tradicionales de carne en la distribución de las carnes comestibles en la canal, esta razón puede deberse a su evolución.

El Charolais al igual que el Limousin y el Piamontés fueron originalmente animales de tiro y en consecuencia, su selección inicial debió haber inducido al desarrollo de musculatura específica de trabajo. Dicha musculatura es obviamente diferente de aquella desarrollada para las ferias de exposición.

Factores de calidad

El consumidor moderno se halla más influenciado ahora que anteriormente por la presentación, apariencia y valor dietético de la carne; influencia relacionada con el paso de la carnicería tradicional al mostrador del autoservicio. Hoy por hoy se estudia la actitud de compra del consumidor la cual esta definida básicamente por cuatro factores: el color del músculo, el color de la grasa, la consistencia, la textura y la ternura.

Respecto al color, el consumidor, al menos en países desarrollados, suele tener ideas preconcebidas de lo que constituye el color deseable en la carne y en la grasa. La mayoría de los consumidores buscan en la carne firmeza al tacto, un color rojo-cereza y un blanco a blanco-crema en la grasa. Generalmente se ha pensado que lo que se desvíe de estas concepciones populares se debe a una calidad inferior o a la putrefacción de la carne.

Color del musculo

El color del músculo esta relacionado con su pH. Observándose una brillantez en tejidos magros a un pH por debajo de 5.6 y una opacidad por encima de 5.6 mientras que a pH por encima de 6.5 el color es oscuro. Un pH alto produce una actividad mayor de supervivencia de las enzimas citocromáticas y como las proteínas del músculo están por encima de su punto isoelectrico, el agua se halla confinada estrechamente, causando el empaquetamiento de las fibras musculares.

Estos dos factores impiden la entrada de oxígeno en la carne, predominando el color rojo púrpura de la mioglobina al rojo brillante de la oxihemoglobina. Hoy se sabe que el color del músculo en el cerdo es afectado por la tasa de glucolisis post-mortem y ante-mortem, por la temperatura del medio ambiente, la alimentación y el manejo ante-mortem, factores estos que afectan el pH final del músculo siendo mayor su grado de incidencia en el porcino que en el bovino. Si el desarrollo del pH no es normal en la glucolisis post-mortem se obtendrán carnes anormales (DFD (Dark, Firm and Dry) y PSE (Pale, Soft and Exudative).

Se conoce y se acepta que la carne se oscurece a medida que el animal envejece y que el grado de brillantez estará influenciado por la cantidad de grasa intramuscular debido a la capacidad reflectiva de la misma. El efecto de la raza sobre el color del músculo en bovinos es aún bastante incierto; sin embargo, existen evidencias de un color más oscuro en el Holstein comparado con las razas tradicionales de carne.

En general los estudios realizados no muestran evidencia clara del efecto racial sobre el color del músculo y las pocas diferencias encontradas más parecen debidas a la grasa intramuscular que al color del músculo. Además de los factores anteriores se debe afirmar que el color del músculo es igualmente afectado por el manejo ante-mortem del animal, el método de sacrificio y el nivel de eficiencia de la sangría.

Color de la grasa

Culturalmente, existe un rechazo o tendencia perjudicial hacia la grasa de color amarillo debido al envejecimiento del animal que incide fuertemente en la decisión de compra del consumidor.

En general los estudios realizados han demostrado que el color amarillo especialmente en el ganado Jersey y Guernsey, es debido a la reserva de vitamina A almacenada como carotenoides. La alimentación también juega un papel importante, ya que el ganado bovino alimentado con pastos produce una grasa más amarilla que aquellos alimentados con concentrados.

En conclusión el perjuicio es puramente estético, ya que una grasa amarilla en virtud a la concentración de carotenos, debe tener un valor nutritivo más alto. No se ha podido establecer claramente un efecto entre el color de la grasa y la raza, igualmente no parece estar influido por efecto del sexo.

La ternera

Los consumidores evalúan en la carne unos atributos que le definen la calidad, la consistencia, la textura y la ternera; siendo ésta la cualidad que mejor califica la calidad palatable de la carne y es la sensible a los

cambios estructurales y de composición del tejido muscular que se registran a medida que el animal envejece.

Los estudios de ternera realizados mediante pruebas objetivas como la resistencia al corte con la cuchilla de Warner Bratzler y subjetivas como el panel de degustación concluyen que la ternera de la carne bovina de animales de diferente edad decrece a medida que envejece el animal. Se ha encontrado que los consumidores prefieren la carne de animales más jóvenes y es así como actualmente se busca producir un animal a una edad temprana con un peso determinado que permita obtener un producto de buena calidad palatable y un adecuado desarrollo de la canal que ofrezca un alto rendimiento en carne (tablas 8 y 9).

Culturalmente, existe un rechazo o tendencia perjudicial hacia la grasa de color amarillo debido al envejecimiento del animal que incide fuertemente en la decisión de compra del consumidor.

Tabla 8. Escala de dureza para cortes frescos
Escala por fuerza de corte en 19 cortes comerciales en novillos y toretes

Orden Escala	Novillo	Fuerza (Kgf)	Torete	Fuerza (Kgf)
1	Lomo fino	2.62	Lomo fino	2.59
2	Lomo ancho	3.13	Lomo ancho	3.23
3	Falda	3.69	Lomo aguja	3.34
4	Lomo aguja	3.90	Centro pierna	3.47
5	Cadera	4.13	Paletero int.	3.60
6	Bola de brazo	4.86	Colita cadera	4.07
7	Centro de pierna	4.88	Falda	4.10
8	Bola de pierna	5.03	Cadera	4.16
9	Colita cadera	5.29	Paletero ext.	4.86
10	Bota	5.46	Bola de pierna	4.87
11	Muchacho	5.62	Bota	5.45
12	Pecho	5.65	Bola de brazo	5.47
13	Lomo de brazo	6.72	Lomo de brazo	5.58
14	Paletero ext.	8.35	Sobrebariga	5.77
15	Sobrebariga	8.91	Muchacho	5.86
16	Cogote	9.06	Cogote	6.96
17	Paletero int.	9.29	Pecho	7.60
18	Lagarto pierna	17.65	Lagarto pierna	16.67
19	Lagarto brazo	24.08	Lagarto brazo	23.77
Promedio general		7.33		6.85

Fuente: Sistema de Clasificación de canales.

Tabla 9. Promedio de la fuerza de corte por grupos

Corte	Fuerza W.B Kgf	Promedio fuerza W.B kgf	Grupo
Lomo fino	2.60	3.32	Muy Blandos
Lomo ancho	3.18		
Lomo de agujas	3.62		
Falda (monedita)	3.89		
Cadera	4.14	4.48	Blandos
Centro de pierna	4.17		
Colita de cadera	4.68		
Bola de pierna	4.95		
Bola de brazo	5.16	5.62	Duros
Bota	5.45		
Muchacho	5.74		
Lomo brazo	6.15		
Paletero interno	6.44	10.37	Muy Duros
Paletero externo	6.59		
Pecho	7.12		
Sobrebariga	7.32		
Cogote	8.01		
Lagarto pierna	17.16		
Lagarto brazo	23.92		

Fuente: Sistema de clasificación de canales.

De la evaluación cuantitativa de la terneza de los cortes en fresco se determinó que esta puede verse afectada por el método de aplicación culinaria al cual sean sometidos los cortes.

Experiencias nacionales en calidad y rendimiento en canal

En los Llanos Orientales se evaluaron 18 ovillos de las razas Sanmartinera, Cebú y sus

cruces distribuidos en 6 grupos de 3 animales cada uno, los cuales fueron levantados y cebados en pastoreo rotacional del pasto *Brachiaria*, con edad promedio al sacrificio de 37.8 meses obteniéndose los resultados (tabla 10).

Tabla 10. Rendimientos en canal de las razas sanmartinera, cebú y sus cruces en los llanos Orientales de Colombia.

Raza o cruce	Numero animales	Peso sacrif.	Canal refrigerada		Carne comestible		Hueso		Grasa	
			kg	%	kg	%	kg	%	Kg	%
Sm	3	399 cd	218 c	61	152	70	55 ab	25	6.96	3.2
Cebú	3	369 e	212 c	62	151	71	49 c	23	11.6	5.5
Sm x C	3	448 a	248 a	60	188	76	59 a	24	8.39	3.4
C x Sm (f2)	3	418 bc	230 b	60	166	72	53 cb	23	9.51	4.1
Sm x C (f2)	3	395 d	219 c	62	159	72	52 cb	24	7.71	3.5
Ch x C x Sm	3	429 ab	241 a	62	174	72	57 ab	24	7.52	3.1

Promedios con distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

En los Centros de Investigación de Corpoica: La Libertad (Meta), El Nus (Antioquia) y Turipaná (Córdoba) se evaluó el peso al sacrificio y el rendimiento en canal en novillos

cebados en pastoreo y sacrificados después de 24 horas de ayuno obteniéndose los siguientes resultados (tabla 11).

Tabla 11. Peso y rendimiento en canal de novillos en tres regiones ganaderas de Colombia.

Variable	Meta	Antioquia	Córdoba
Edad (meses)	38	30	31
Peso sacrificio (kg)	410	429	491
Peso canal (kg)	232	245	285
Rendimiento (%)	56.6	57.1	58.0
Carne (% canal)	72.5	72.9	73.0
Hueso (% canal)	23.7	24.7	21.0
Grasa (% canal)	3.8	2.4	5.8

En el Centro de Investigaciones El Nus se analizaron 17 novillos de 36 meses de edad en pastoreo continuo de pasto puntero

(*Hyparrhenia rufa*) para determinar el rendimiento y la composición de sus canales. (tabla 12).

Tabla. 12 Evaluación de novillos cruzados Blanco Orejinegro (BON), cebú y sus trihíbridos Santagertrudis y Holstein cebados en pastoreo.

Grupo	No. Obs.	Peso rendimiento en canal		Rdto en Carne Aprovechable		Rdto.en Hueso		Rdto en grasa	
		kg	%	kg	%	kg	%	Kg	%
BON xC, F1	4	263.9	57.7 ^a	191.5	72.5 ^b	58.8	22.2	13.7	5.2
Cruces C x BON *	5	238.2	56.9 ^a	174.7	73.3 ^a	54.4	22.9	9.1	3.8
Cruces SG **	5	251.5	57.4 ^a	180.4	71.8 ^b	57.2	22.7	13.9	5.6
H x C x BON	3	247.3	53.5 ^b	177.0	71.6 ^b	58.2	23.5	12.2	4.9

Promedios con distinta letra difieren $P < 0.05$. * CxBON, F2 y 5/8 Cx3/8 BON. ** SGxC,F1 y SGxCxBON.

En rendimiento en canal se presentaron diferencias significativas siendo superior el cruce BON x Cebú con 57.7%. En cuanto a porcentaje de carne aprovechable se presentaron diferencias significativas en los híbridos F1 y F2 BON x Cebú que produjeron los más altos porcentajes con el 72.9% en promedio, aventajando a los cruces SG. En la variable grasa se observó diferencia

significativa ($P < 0.01$) presentando los mejores valores el C x BON, F2 con 9.1 kg y 3.8 % de rendimiento. Los datos presentados por el ICTA en el sistema de clasificación de canales ponen en evidencia que la diferente composición de la canal como consecuencia de una condición sexual o racial es su grado de engrasamiento (tabla 13).

Tabla 13. Comparación de la composición de la canal bovina por tipo racial y condición sexual.

Tipo Racial	Condición sexual	Carne (%)	Grasa (%)	Hueso (%)
A x C	Novillo	68.16	14.76	17.08
CEBU x CR	Novillo	74.00	7.26	18.80
HOLSTEIN	Novillo	73.40	6.84	19.74
SM x CEBU	Novillo	71.32	8.24	20.40
HOLSTEIN	Toro	75.16	3.78	21.00
NORMANDO	Toro	72.96	4.10	22.90
CEBU x CR	Vaca	72.15	8.52	19.32
CEBU x CR	Vaca	66.10	16.4	16.68
HOLSTEIN	Vaca	71.70	7.40	20.60

Se observa, que el valor más alto de rendimiento en grasa corresponde a las vacas C x CR con 16.4%, el segundo corresponde al novillo A x C con 14.76%, el tercero a vaca C x CR con 8.52% y el menor valor corresponde a un toro Holstein, evidenciándose que el

comportamiento de la grasa es similar a lo reportado en los diferentes estudios en los que se ha evaluado la relación entre la condición sexual y/o el efecto racial en el estado de engrasamiento de la canal.

BIBLIOGRAFIA

- FIELD R.A., Effect of castration on meat quality and quantity, *J. of Anim. Sci.* 32(5) 849-853, 1971
- FORTIN A., et al., Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on muscle growth and distribution in the bovine carcass. *J. Ani. Sci.* 51(6) : 1288-1291.
- GOMEZ S.J., Estudios de rendimientos en canal. En Seminario Nacional de Producción Bovina Tropical. ICA. Regional 8. 1992.
- GOMEZ S.J., HUERTAS R.H. y GONZALEZ F. Estudios de peso y rendimiento en canal de las razas Sanmartinera, Cebu y sus cruces en los Llanos Orientales. En : *Rev. ICA*, 19 (2): 253-255. Jun. 1984.
- KEITH F.K. et al., Chemical and sensory properties of thirteen mayor beef muscles. *J. Food. Sci.* 50. 1985
- MARTINEZ G. y GOMEZ S.J. Peso, rendimiento y composición de canales de machos cruzados cebados en pastoreo. I. Evaluación de novillos cruzados blanco oreginegro (BON) Cebu y sus trihíbridos Santa Gertrudis y Holstein. En : *Rev. ICA*, 26 Jul-Dic. 1991. Peso, rendimiento y composición de canales de machos cruzados cebados en pastores. *Rev. ICA*. 26 (3-4): 293. Jul-Dic. 1991
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, UNIVERSIDAD NACIONAL, SENA. Sistema ICTA de clasificación de canales y cortes de carne bovina. Julio 1995.
- PRESTON T.R. y WILLIS M.B., Producción intensiva de carne. México, De. Diana S.A. segunda edición. Ene. 1975.
- SHORTHAUSE W.R. y HARRIS P.V. effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. *J. Ani. Sci.* 55 (11) 1990.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - ICTA. Curso : Hacia un sistema de clasificación de canales bovinas, carne y su comercialización en Colombia. Mayo 1994.

2. SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA LA ORINOQUIA COLOMBIANA

Maria Ligia Roa Vega²

ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

En la zona de Orinoquia la producción ganadera se viene realizando en praderas introducidas o nativas sin estar asociadas en la mayoría de los casos con ningún tipo de árboles, solamente algunos ganaderos los colocan como cercas vivas, lo cual no es suficiente para el desempeño adecuado de los animales y para el mantenimiento del medio.

Durante el verano los pastos se secan y prácticamente el ganado no tiene que consumir ocasionando una pérdida de peso hasta de 50 kilos en bovinos de carne y una reducción considerable en la producción de leche. Otro factor que limita la explotación de estas especies es el nutricional, debido a un desconocimiento en cuanto a utilización de los recursos arbóreos propios de la región como fuente de alimentación para los animales.

Propuestas de Solución

Un conocimiento adecuado de la Orinoquia en el aspecto nutricional de los animales y de sus recursos alimenticios, principalmente de las

especies de árboles nativos e introducidos, con los cuales se puede mejorar económicamente los renglones pecuarios que son fundamentales para la proyección y el progreso en la zona.

Además con la siembra de árboles se contribuye a crear un medio más apto para la producción, puesto que el estrés calórico a que son sometidos los animales y plantas en la zona, se reduciría mejorando no solo el microclima, sino también el suelo porque se aumenta la capa vegetal y la humedad, lo que contribuye a tener una mayor biodiversidad vegetal suministrando excelentes condiciones para el desarrollo de forrajes evitando a su vez la erosión.

De otra parte con los árboles se busca desarrollar un medio realmente apto con especies que hagan aportes diversos y benéficos mediante el mejoramiento de la fauna y flora que ayuden a sostener los ecosistemas de manera permanente, y no como lo que sucede actualmente en la zona de la Orinoquia, donde se han talado árboles

² Zootecnista M.Sc. en Nutrición Animal, Colegio de Postgraduados de México, Profesora de Universidad de los Llanos

COL 614 / 1976

de una manera indiscriminada, lo cual puede con llevar en poco tiempo a un sobrecalentamiento de la tierra acabando los nutrientes del suelo y por lo tanto con cualquier forma de vida.

Sistemas Silvopastoriles

Los principales componentes de los sistemas silvopastoriles son: los Árboles, los animales, las pasturas y el suelo, adicionalmente otros elementos son la lluvia, la radiación solar, el nitrógeno atmosférico y los insumos que se utilizan para mejorar el sistema, las interacciones adecuadas de los componentes en estos sistemas disminuyen las pérdidas por la erosión o lixiviación manteniendo la capa vegetal y por tanto la calidad nutricional de los pastos. (Borel, 1987).

Benavides (1994), reporta que muchos productores han utilizado el follaje de diferentes especies arbóreas en la producción animal y que estos tienen buenas cualidades nutricionales y en algunos casos superiores a la de los pastos por tal motivo en Africa los árboles nativos son un componente principal de los potreros.

En la zona de la Orinoquia se cuenta con una gran diversidad de material arbóreo (Tabla 1) de los cuales la mayoría son perennes, y se utilizan con buena aceptación en la alimentación del ganado, dentro de estas especies se encuentran las leguminosas las cuales ejercen una asociación simbiótica con las bacterias del suelo y se induce a la formación de nódulos fijadores de nitrógeno atmosférico en las raíces, mejorando las condiciones nutricionales del suelo.

Con relación a esta tema. Botero (1988) reporta otras funciones importantes de los árboles como son la conservación de fuentes

de agua, descontaminación ambiental, sombrío para animales y cultivos, reciclaje de nutrimentos, fertilización de suelos, control de la erosión, soporte de algunos cultivos, ornamentación, barreras rompevientos, cercas vivas, oferta ambiental para la vida silvestre.

Manejo del Sistema Silvopastoril

En sistema silvopastoril se recomienda que los árboles se siembren en surcos paralelos al recorrido del sol con el fin de disminuir la intercepción de la radiación solar y la sombra reflejada de sus copas, para que los pastos reciban una adecuada iluminación.

Se puede iniciar el sistema con un mínimo de 100 árboles por hectárea llegando a un máximo que no intercepte más del 50% de la radiación solar, en un comienzo los pastos se pueden cortar para suministrar al ganado hasta que los árboles tengan un buen crecimiento que permita el pastoreo sin causarles daño (Botero, 1988).

Tabla 1. Especies forrajeras promisorias para la Orinoquia Colombiana.

Nombre científico	Nombre común	Uso principal
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo o Poró	Forraje
<i>Erythrina glauca</i>	Cachimbo, Búcaro o Anaco	Forraje
<i>Callandra pittieri</i>	Carbonero	Forraje
<i>Delonix regia</i>	Acacia roja	Forraje
<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero, Cajeto, Quiebra barrigo o Madre de agua	Forraje
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón, Madero negro, Madrón, Madre cacao, Piñon cubano o Rabo de ratón	Forraje y cerca viva
<i>Brownea ariza</i>	Palo de cruz	Sombrio
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Forraje
<i>Pithecellobium saman</i>	Samán o Campano	Forraje
<i>Piptadenia peregrina</i>	Yopo o Yoco	Sombrio
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango, Payandé o Gallinero	Forraje
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Cayeno	Ornamental y forraje
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Cayeno	Ornamental y forraje
<i>Cassia moschata</i>	Caño fistol	Forraje y sombrio
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá o Cedro amarillo	Forraje y sombrio
<i>Inga spectabilis</i>	Guama	Forraje
<i>Bauhinia variegata</i>	Casco de vaca	Sombrio
<i>Inga densiflora</i>	Guamo macheto	Forraje y sombrio
<i>Inga certediana</i>	Guamo hojiancho o Guamo bejuco	Forraje
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena, Acacia forrajera o Guaje	Forraje, leña y carotenos
<i>Acacia dealbata</i>	Acacia amarilla	Forraje y cercas vivas
<i>Prosopis juliflora</i>	Trupillo, Mosquite, Algarrobo	Forraje y sombrio
<i>Guazuma ulmiflora</i>	Guácimo	Forraje
<i>Samanea saman</i>	Samán o Campano	Forraje
<i>Delonix regia</i>	Acacia roja	Forraje

Fuente: Observaciones de campo y consultas directas

Calidad Nutricional de los Árboles Forrajeros

Los frutos y las hojas de los árboles forrajeros poseen una alta calidad nutritiva, es así que el matarratón (*Gliricidia sepium*), la *Erythrina poeppigiana*, y la *Trichanthera gigantea* son consideradas juntas con las leguminosas herbáceas las especies de mayor contenido de proteína (Tabla 2). La desventaja de estos árboles es el contenido de sustancias químicas que afectan la

gustosidad tales como: látex, alcaloides, aminoácidos tóxicos y polifenoles, los cuales pueden afectar el aprovechamiento de nutrientes y la producción animal, si no se les hace el manejo adecuado. La mayor degradación de la materia seca se observó en el *Trichanthera gigantea* en comparación con las demás especies estudiadas (Tabla 3). *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* presentaron una degradación similar, 59.1 y 61.6 respectivamente.

Tabla 2. Composición nutricional de las hojas de algunos árboles en la Orinoquia.

Especie	Fracción					
	Materia seca	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Ceniza	ENN
<i>E.poeppigiana</i>		25.2	4.0	13.5	8.1	31.3
<i>T. gigantea</i>		21.4	2.2	4.5	17.6	41.3
<i>E. clauca</i>		19.9	4.7	31.0	4.6	33.8
<i>C. pittieri</i>	61.2	16.1	1.4	32.0	2.2	43.7
<i>S. siamea</i>	42.4	15.5	3.4	20.0	3.4	55.6
<i>B. ariza</i>	47.7	5.6	1.0	63.8	4.9	20.3
<i>D. regia</i>	50.7	17.0	2.2	12.4	8.1	45.3
<i>I. espectabilis</i>	42.8	19.3	3.0	32.3	3.4	38.7
<i>B. variegata</i>	45.7	15.3	6.9	21.5	6.3	34.9
<i>H. mutabilis</i>	28.5	9.4	7.3	8.7	8.9	56.0
<i>P. peregrina</i>	14.8	17.7	5.5	26.2	3.3	41.9
<i>T. grandis</i>	42.2	9.8	4.7	20.7	7.6	53.3
<i>P. guachapele</i>	35.8	19.4	6.4	50.7	4.9	16.8
<i>G. sepium</i>		20.6	3.5	11.8	6.1	53.2
<i>C. grandis</i>		13.3	3.8	28.0	4.6	46.9

Laboratorio de Nutrición de Unillanos (promedio de tres muestras).

TABLA 3: Degradación ruminal de la materia seca (%) a diferentes horas de las hojas de algunos árboles en la Orinoquia.

Nombre	Horas				
	6	12	24	48	72
<i>E.poeppigiana</i>	34.7	35.4	57.4	57.7	59.1
<i>T. gigantea</i>	28.7	33.4	48.9	77.1	85.9
<i>E. glauca</i>	22.7	21.2	39.1	42.2	45.0
<i>P.acapulcense</i>	13.8	13.9	14.0	27.8	35.4
<i>C. pieltieri</i>	13.0	13.1	14.0	19.2	23.4
<i>S. siamea</i>	23.8	38.4	40.2	59.3	60.1
<i>P. dulce</i>	33.3	43.8	55.1	59.9	60.0
<i>D. regia</i>	30.1	31.2	32.0	33.3	35.2
<i>I. edulis</i>	13.2	15.0	15.5	17.3	17.8
<i>G. sepium</i>	39.8	49.8	51.1	60.5	61.6
<i>C. grandis</i>	22.2	40.8	41.4	46.0	48.0

Laboratorio de Nutrición animal Unillanos (promedio de tres muestras).

Experiencias con arbustos y árboles para el establecimiento de un sistema silvopastoril

Se han hecho observaciones a nivel de vivero de las siguientes especies: *poró* (*Erythrina poeppigiana*), *pizamo* (*Erythrina glauca*), *matarratón* (*Glinicidia sepium*), *cajeto* (*Trichanthera gigantea*), *morera* (*Morus sp.*) y *cayeno* (*Hibiscus sp.*), siendo el objetivo principal determinar el comportamiento agronómico en vivero y campo de estas seis especies forrajeras, en la Universidad de los Llanos y en el SENA.

También se evaluaron técnicas de manejo en cuanto a siembra, germinación, mortalidad, crecimiento, transplante, proyectando encontrar alternativas de alimentación para el ganado por medio del silvopastoreo. Los parámetros evaluados en vivero son: tratamientos de la semilla antes de la germinación, % de germinación, inicio de la germinación, vigor germinativo en semillas y % de mortalidad en estacas, diámetro de la estaca y porcentaje de rebrote.

Se observó en la *Erythrina poeppigiana* un porcentaje de germinación bajo (57.03%) en comparación con el reportado por Parent

(1989) (60 a 70 %). Este dato se dio posiblemente a que la semilla no fue seleccionada en el momento de la siembra, aunque las otras variables mostraron un buen comportamiento y están de acuerdo con lo reportado para la especie (Tabla 4).

Cuando se hidrató la semilla durante 48 horas se obtuvo un mayor porcentaje de germinación y vigor germinativo (39% y 7 días) con relación a los otros tiempos de hidratación (tabla 5).

Sin embargo no son los mejores resultados en estas variables, puesto que se obtuvo un porcentaje de germinación mayor cuando la semilla no fue tratada, pero era fresca, lo cual no sucedió en este caso porque la semilla estuvo almacenada a temperatura ambiente durante tres meses.

También es discutible que las 48 horas sea el mejor tiempo de hidratación, porque se encontraron semillas descompuestas a las 24 horas.

Tabla 4. Comportamiento de la *Erythrina poeppigiana* en vivero.

Parámetros	Observaciones
Tipo de germinación	Hipógea
Fecha de siembra	12/11/96
Numero de semillas sembradas	270
Inicio de la germinación (días)	6
Germinación inicial (%)	33
Tiempo máximo de energía germinativa (días)	15
Germinación final (%)	57.03

Fuente :Unillanos

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
 UNILLANOS

Tabla 5: Comportamiento de las semillas frescas de *Erythrina poeppigiana* en diferentes tiempos de hidratación en vivero.

Parámetros	Horas de hidratación		
	24	48	72
Fecha de siembra	17/03/97	21/03/97	10/04/97
Numero de semillas sembradas	100	200	200
Inicio de la germinación (días)	4	10	6
Germinación inicial (%)	3.0	34.0	1.5
Máximo vigor germinativo (días)	10	7	12
Germinación final (%)	17.0	39.0	5.5

Fuente: Unillanos

Se establecieron 4 tratamientos a la semilla de *Erythrina glauca*, la cual estuvo almacenado durante 8 meses al medio ambiente en frascos de vidrio. Para la siembra, las semillas en las bolsas se colocaron por la parte cóncava, medio centímetro bajo tierra, los tratamientos fueron: T1= Rayado de la semilla en la zona superior opuesta al hilo, T2= Semilla en agua durante 24 horas, T3= Cortado de la semilla en la zona superior opuesta al hilo y T4= Semilla sin tratamiento, se dejó en germinadora 12 días.

El rayado de la semilla en la parte superior y la hidratación durante 24 horas mostraron los mejores resultados en todas las variables estudiadas en comparación con los otros dos

tratamientos (Tabla 6), sin embargo cuando se cortó la semilla todas las variables fueron similares a los tratamientos 1 y 2, exceptuando el vigor germinativo que se prolongó debido a la mayor cantidad de semillas (400) que pudo influir sobre el deficiente cuidado en el riego.

En el tratamiento 3 el vigor fue prolongado, debido a que se inició la germinación con 42 plántulas, luego sucesivamente cada 2 días de manera gradual durante tres semanas germinaron 274 en total. De acuerdo a estas observaciones se concluye que las semillas de esta especie requieren de un tratamiento para facilitar la germinación, como se demuestra con los resultados de la semilla sin tratamiento (Tabla 6).

Tabla 6: Comportamiento de la *Erythrina glauca* en los diferentes tratamientos.

Parámetros	Tratamientos			
	1	2	3	4
Fecha de siembra	7/ 10/96	7/ 10/96	8/ 10/96	26/ 09/96
Numero de semillas sembradas	50	50	400	70
Inicio germinación (días)	6	6	7	6
Vigor germinativo (días)	2	2	20	2
Germinación total (%)	66.0	68.0	68.5	45.7
Sobrevivencia edad 2 meses (%)	87	91.2	73.3	81.3

Fuente: Unillanos

Para el seguimiento de crecimiento de todos los tratamientos se evaluaron la altura (cm) y el número de hojas hasta 28 días para todos y hasta 56 días de edad para T3 y T4 (Tabla 7). Hasta los 28 días el tratamiento 4 obtuvo el menor crecimiento y números de hojas ($P>.0001$), en comparación con los demás tratamientos, aunque el crecimiento de T1 fue mayor ($P>.0001$) con relación a los otros tratamientos el número de hojas fue similar a T2 y T3 (4.0 para los tres).

Entre 35 a 56 días T3 mostró el mejor comportamiento en las dos variables evaluadas en comparación con T4. Estos resultados se pueden atribuir en parte al

método utilizado y tiempo de almacenamiento de la semilla que originó una alteración en los contenidos nutricionales en las semillas de los tratamientos en los cuales se obtuvieron los resultados más bajos. Comparando *Trichanthera gigantea*, *Hibiscus sp.* y *Gliricidia sepium*, esta última presentó el mayor porcentaje de rebrote (94.17) y *Trichanthera gigantea* el de sobrevivencia en campo a los 7 meses de edad (87.69%).

Estas mediciones se afectaron negativamente en *Hibiscus sp.*, debido posiblemente al poco grosor de la estaca, condición que no favorece el rebrote y un adecuado establecimiento en campo (Tabla 8).

Tabla 7: Altura y número de hojas de la *Erythrina glauca* con diferentes tratamientos en la semilla.

Parámetros	Tratamientos				
	1	2	3	4	EE
Edad hasta 28 días					
Altura (cm)*	18.6*	17.5b	17.6b	14.2c	1.4
Numero de hojas*	4.0a	4.0a	4.0a	3.0b	0.5
Edad entre 35 y 56 días					
Altura (cm)*	--	--	33.3*	24.0b	1.8
Numero de hojas*	--	--	6.0a	4.0b	0.5

* $P>.0001$; Fuente: Unillanos

Tabla 8: Comportamiento de las estacas de *Trichanthera gigantea*, *Hibiscus sp.* y *Gliricidia sepium*.

Parámetros	Especies		
	<i>T. gigantea</i>	<i>Hibiscus sp.</i>	<i>G. sepium</i>
Numero de estacas sembradas	276	335	223
Fecha de siembra	27/01/97	27/01/97	23/10/96
Inicio rebrote (días)	21	22	20
Rebrote (%)	72.22	72.34	94.17
Edad (meses) en campo	7	6	7
Sobrevivencia en campo	87.69	46.47	80.00

Fuente: Unillanos

En otro trabajo realizado en el SENA antes de proceder a la siembra en bolsas se evaluó el porcentaje de germinación de la *Erythrina poeppigiana* (90%) y *Erythrina glauca* (93%), depositando las semillas en una bandeja con suficiente humedad, cubiertas con papel periódico. Se observó un tiempo de germinación entre 3 y 12 días. También con las semillas de estas dos especies se evaluó el porcentaje de germinación, las cuales

fueron sembradas en bolsas de polietileno, aplicando diferentes tratamientos de hidratación cuyos resultados se presentan en la tabla 9. Como se observa el mayor índice de germinación lo obtuvo el tratamiento en el cual se cortó la semilla, lo cual se debió a que facilitó la ruptura de la cutícula permitiendo una mejor hidratación del embrión, esto se hizo en un período de observación de 30 días.

Tabla 9: Comportamiento de las semillas de *Erythrina poeppigiana* y *Erythrina glauca*.

Tratamientos	Número	Germinación (%)	Semillas germinadas (Número)
Semilla rayada parte opuesta ombligo	800	90	720
Semilla cortada en un extremo	800	90	720
Semilla en agua fría (2 horas)	800	40	320
Semilla en agua caliente (2 horas)	800	40	320
Semilla en remojo (8 días)	800	70	560
Semilla intacta	200	70	140
Total N° de observaciones	4200	—	—
Total de semillas viables	—	—	2780

Fuente: Sena

En el material vegetativo se determinó el porcentaje de mortalidad a los dos meses de edad, en las especies cayeno *Hibiscus rosa-sinensis*, morera *Morus sp.* y nacedero *Trichanthera gigantea* en cada uno de los tratamientos (Tabla 10). El nacedero no respondió al tratamiento químico, posiblemente por la elevada concentración de abono, lo cual indica una alta susceptibilidad

de esta especie por estos productos, además se observó que es exigente en humedad y sombrío, mientras, respondió bien al tratamiento con fitohormona. La morera mostró una mayor rusticidad porque respondió positivamente a todos los tratamientos. En el cayeno el uso de fitohormona estimula el desarrollo del rebrote.

Tabla 10: Porcentaje de mortalidad de material vegetativo en tres especies arbóreas.

Especie	Tratamientos			
	1	2	3	4
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	5.2	14.0	1.0	15.0
<i>Morus sp.</i>	6.0	1.0	1.0	1.0
<i>Trichanthera gigantea</i>	5.0	47.0	10.0	10.0
Numero de observaciones	1500	1500	1500	1500
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	474	430	495	425
<i>Morus sp.</i>	470	495	495	495
<i>Trichanthera gigantea</i>	475	265	450	450
Numero total plántulas viables	1419	119	1440	1370

Fuente: SENA

Evaluación Nutricional de Tres Especies de Árboles Forrajeros en Bovinos Fistulados *Erythrina glauca* y *Erythrina Poeppigiana* y *Hibiscus sp.*

La presente investigación planteó como objetivo medir y evaluar la potencialidad nutricional de dos especies arbóreas *Erythrina glauca* y *Erythrina poeppigiana* y una arbustiva como *Hibiscus sp.* Para lograr esto se valoró la degradabilidad ruminal de las hojas de estas tres especies, para establecer su aprovechamiento. Se utilizaron tres vacas cruzadas cebú por criollo fistuladas en el

rumen con un peso vivo promedio de 350 kg. Las vacas se mantuvieron en pastoreo a voluntad con *Brachiaria decumbens*. Los tratamientos fuera ofrecer un kilogramo de hojas con melaza de tres árboles forrajeros como *Erythrina glauca* y *Erythrina poeppigiana* y una arbustiva como *Hibiscus sp.* (Tabla 11).

Tabla 11: Análisis nutricional de las especies estudiadas.

Nutriente	<i>Erythrina glauca</i> %	<i>Erythrina poeppigiana</i> %	<i>Hibiscus sp.</i> %
Materia seca	26.75	20.87	24.68
Proteína	17.96	21.23	13.91
Grasa	4.28	3.52	4.24
Fibra Cruda	27.97	16.13	15.87
ENN	37.76	51.00	58.13
Cenizas	3.93	8.12	7.85
Fibra en detergente neutro	51.09	47.53	35.80

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal Unillanos

Aunque la degradación de la materia seca (Tabla 12) entre las 6 y 24 horas fue similar ($P < 0.005$) para las tres especies estudiadas, a las 72 horas el *Hibiscus sp.* mostró una mayor degradación en un 47.01 y 39.25% en comparación con las *Erythrina glauca* y *E. poeppigiana*. El comportamiento ruminal del *Hibiscus sp.* en éste experimento concuerda

con los resultados obtenidos por Torres (1993), quien demostró que este forraje tiene una tasa lenta de degradación ruminal inicial en las primeras cuatro horas y que poco después de las ocho horas alcanza niveles superiores al 90%, lo cual puede provocar una disminución en la tasa de pasaje en el rumen.

Tabla 12: Degradabilidad ruminal de la materia seca (%) de tres especies estudiadas en el experimento.

<i>Erythrina glauca</i>	Horas de incubación	<i>Hibiscus sp.</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i>	EE
30.92 ^a	6	28.94a	35.42a	9.11
35.64 ^a	12	55.35a	41.15a	11.69
39.42 ^a	24	76.42a	45.57a	10.75
141.92b	48	90.37a	49.60b	3.14
44.25b	72	91.26a	52.01b	2.39

Fuente: Unillanos

El arbusto *Hibiscus* sp. presentó la mayor degradación ruminal de la materia seca, en comparación con los árboles *Erythrina glauca* y *Erythrina poeppigiana*. Posiblemente las diferencias en las degradaciones se debe principalmente a la composición nutricional de cada especie que afecta directamente la acción de la flora microbiana.

Alimentación de Pollos de Engorde con Diferentes Niveles de Nacedero *Trichanthera Gigantea* y Poro *Erythrina Poeppigiana*.

Se realizaron dos experimentos en la Universidad de los Llanos, Villavicencio (Meta), cuyo objetivo principal fue observar el comportamiento productivo de pollos de engorde a los que se les suministraron dietas con diferentes niveles de harina de nacedero *Trichanthera gigantea* (HN) y harina de poró *Erythrina poeppigiana* (HP) (0, 5, 8 y 12%), reemplazando las otras fuentes de proteína como la harina de carne que se emplean tradicionalmente en dietas para aves.

Las variables estudiadas fueron: aumento de peso, consumo, conversión, y rendimiento en canal. Los pollos se distribuyeron en un diseño completamente al azar, que constaba de cuatro tratamientos que en el experimento 1 fueron: Testigo (0% de HN), nacedero I (5% de HN), nacedero II (8% de HN) nacedero III (12% de HN), y en el experimento 2 fueron: testigo (0% de HP), poró I (5% de HP), poró II (8% de HP) y poró III (12% de HP).

En el caso del nacedero (Tabla 13) se observó que la ganancia de peso, y la conversión fueron similares para el testigo y 5% de HN siendo superiores ($P < .001$) con relación a los otros tratamientos (62.9 gramos/día/ave y 2.5, 65.0 gramos/día/ave y 2.3, respectivamente). El consumo de alimento no se afectó cuando se

incrementaron los niveles de poró (Tabla 14) en las dietas, mientras que el aumento de peso fue menor ($P < .001$) para el 12% de HP (50.2 gramos/día/ave).

Las mejores conversiones las presentaron el testigo y 8% de HP (2.2 y 2.5, 2.0 y 2.4, respectivamente). Con los resultados de estos experimentos se concluye que la harina de nacedero y la de poró se pueden emplear en las dietas para pollos de engorde hasta un 5% y 8%, respectivamente, sin que se afecten negativamente los parámetros estudiados.

Además, en los tratamientos que contenían mayor cantidad de estos forrajes, las aves presentaron un color amarillo intenso de la canal con menos grasa en comparación con el testigo.

Se concluye que la harina de nacedero y la de poró se pueden emplear en las dietas para pollos de engorde hasta un 5% y 8% respectivamente.

Se concluye que la harina de nacedero y la de poró se pueden emplear en las dietas para pollos de engorde hasta un 5% y 8%, respectivamente.

Tabla 13: Respuesta de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de harina de *Trichanthera gigantea* (nacedero).

Variables	Tratamientos				
	Testigo	Nacedero I	Nacedero II	Nacedero III	EE
Días de experimentación	30	30	30	30	
Peso inicial/ave (g)	480	480	480	480	
Peso final/ ave (g)	2397.0	2430.0	1755.0	1044.0	
Aumento de peso por ave/día (g)	62.9a	65.0a	42.5b	18.8c	2.5
Consumo de alimento por ave/día (g)	156.0a	150.0b	133.0c	120.0d	1.7
Conversión	2.5bc	2.3c	3.1b	6.4a	0.7
Rendimiento en canal (%)	71.2	73.2	64.8	60.3	

Fuente: Unillanos

Tabla 14. Respuesta de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de harina de *Erythrina poeppigiana* (poró)

Variables	Tratamientos				
	Testigo	Poró I	Poró II	Poró III	EE
Días de experimentación	30	30	30	30	
Peso inicial/ave (g)	480	480	480	480	
Peso final/ ave (g)	2499.0	2382.0	2235.0	1986.0	
Aumento de peso por ave/día (g)	67.3a	63.4*	58.5ab	50.2b	6.9
Consumo de alimento por ave/día (g)	148.5a	153.7a	119.0b	148.3a	4.6
Conversión	2.2bc	2.4b	2.0c	3.0a	0.2
Rendimiento en canal (%)	72.5	70.2	68.4	66.1	

Fuente: Unillanos

BIBLIOGRAFIA

- ALARCON E., 1980. Producción de ganado bovino, diagnóstico tecnológico. Situación y perspectivas de la ganadería nacional. En: Primer Foro Colveza, p.754.
- BENAVIDES J. E., 1994. Investigación en árboles forrajeros. En: Curso intensivo sobre técnicas agroforestales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 27p.
- BERNAL y Correa, 1992. Especies Vegetales promisorias de los piases del convenio Andrés Bello. Tomo VIII. SECAB. Santafé de Bogotá. 546p.
- BOREL R., 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en la alimentación animal. En IV Encuentro Nacional de Zootecnia. Segunda Conferencia Nacional de producción y utilización de forrajes tropicales. AZOOVALLE, Cali, Colombia.

- BOTERO R. y Fasdenber H., 1984. Micorizas: eficiencia en la absorción de nutrimentos en las plantas hospederas. CATIE, Turrialba. Costa Rica.
- BOTERO R., 1988. Los arboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal. En Memorias del Seminario Taller Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales. pp. 76-95. Cali, Colombia, julio 26.
- DESARROLLO RURAL INTEGRADO, 1992. Guía para la gestión ambiental municipal. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. 52 p.
- FORERO O., 1995. Experiencias con subproductos para la suplementación en el verano. Seminario sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro, junio 2-4.
- GIRALDO A., 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema sivopastoril natural. Seminario "alternativas de alimentación en verano para ganaderías tropicales, CICADEP.
- GOMEZ E., Restrepo, J. y Hurtado M., 1989. Propagación de árboles forrajeros. En Producción tropical para el desarrollo rural. CIPAV, Cali, Colombia. 22-25.
- GOMEZ J. 1993. La materia orgánica en los agrosistemas. Universidad Nacional. Palmira, Colombia. 96p.
- GOMEZ M. E., Restrepo D. y Hurtado M., 1989. Propagación de árboles forrajeros. Revista de Producción Animal Tropical y Desarrollo Rural. Cali, Colombia. Vol. 14, No 1:22-24.
- GUZMAN S., 1991. Situación actual del sistema de ganadería bovina de doble propósito en Colombia. Curso Nacional de ganado de doble propósito. Memorias. ICA, Tibaitatá. p. 2-13.
- HUDSON T., 1980. Propagación de plantas. Tomo 1 y 2. Ed. CECSA, México.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1981. Plan indicativo para el desarrollo ganadero de la Altillanura Colombiana. Bogotá.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1993 Misión de Ciencia y tecnología, Villavicencio ICA Regional 8.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, 1993. Sistemas de producción. Villavicencio, ICA Regional 8.
- JARAMILLO C. y Corredor D., 1989. Plantas forrajeras: proteína barata para el ganado. FEDECAFE. Colombia. Boletín de extensión No 64. 21 p.
- LASCANO C. y Schneichel M., 1984. Bancos de proteína como alternativa para la suplementación

de ganado en pastoreo. CIAT, Cali, Colombia. 22p.

MEJIA M., 1995. Verano y ganadería en zonas críticas en Colombia El potrero arborizado técnica paliativa en el uso pecuario de la tierra. Seminario "Alternativas de alimentación en verano para ganadería tropicales, CICADEP.

MOLINA H., 1993. Suplementación estratégica de vacas de doble propósito en época seca. Seminario sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro 2-4 de junio.

MOSQUERA M., 1995. La opción agrosilvopastoril, una propuesta técnica-productiva para pequeños agricultores. En Primer seminario internacional sobre sistemas sostenibles de producción: La agroforestería como alternativa. Universidad del Tolima. Ibagué. Colombia. Mayo 31 al 2 de junio.

MUÑOZ G., 1995. Agroforestales en América, Gerarado Budowski, promotor de la agroforestería. Revista Agroforestería en las Américas. Año 2, No. 7, CATIE. pp 6-9.

MURGUEITIO E., 1993. Perspectivas en el manejo de recursos naturales y árboles forrajeros como alternativa para el verano en el trópico En: Seminario sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro 2-4 de junio.

MURGUEITIO E., 1994 Los árboles forrajeros como fuente de proteína. CIPAV. 2a Ed. Serie de trabajos y conferencias No 2. Cali. Colombia. 8 p.

MURGUEITIO E. y Preston T., 1994. Los sistemas sostenibles de producción como respuesta a la crisis de producción pecuaria tropical. CIPAV. Serie de trabajos y conferencias No 6. Cali Colombia. 19p.

LIBREROS H., 1993. Silvopastoreo un sistema alternativo para alimentación bovina. Seminario sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro 2-4 de junio.

ORTEGA G. A., 1985. Alternativas para la producción de leche condiciones tropicales. Revista Nacional de Zootecnia. Bogotá, Colombia. Vol 2, No 8. p 32-34.

PADILLA S., 1995. Perspectivas de la agrofestería andina. Agroforestería de las Américas, Año 2, N°5, pag 6-11.

PARDO DE CAMPILLO I. E., 1985. Utilicemos los árboles nativos. Revista Esso Agrícola. No. 2. pp 17-24.

PARENT G., 1989. Guía de reforestación, SENA, Bucaramanga.

- PRESTON T. y Leng R., 1987. Ajustando los sistemas de producción pecuaria da los recursos disponibles: Aspectos Básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia. 312 p.
- PRESTON T., 1993 Avances en el manejo de subproductos y recursos tropicales para la alimentación de rumiantes. Seminario Internacional sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro, 2-4 de junio.
- ROMERO O.M., Belalcazar G.A. y Ureña B.M., 1975. Estudio preliminar de los alcaloides y de la proteína presente en las hojas del *Glinicidia sepium*. Tesis. departamento de química de La facultad de Ciencias. Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. Colombia. 98 p.
- RUIZ M., 1993. Manejo de subproductos como fuente energética para la alimentación de bovinos. Seminario Internacional sobre estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales. Rionegro, 2-4 de junio.
- SANCHEZ G. y Payne L., 1987. Inventario de prácticas culturales utilizadas en *Glinicidia sepium* en Costa Rica. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 15:5-15.
- SOMARRIBA E., 1987. Growth and floristic composition of improved naturalized pastures under shade of guava (*Psidium guajava*) trees. Submitted to Agroforestry Systems, Holanda.
- TOBON C. J., 1988. Efecto de la suplementación de tres niveles de Poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza. 72 p.
- TORRES M., 1993. Caracterización química y degradabilidad ruminal de 8 especies arbustivas en Turrialba, Costa Rica. Boletín Técnico Nr. 3, 20pp.
- TRUJILLO E., 1990 Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Ed. CEDETRABAJO, Bogotá, 151p.
- VAN DEN ENDEN H., Gómez M.H., Acosta C. y Restrepo D., 1989. Mataratón *Glinicidia sepium*, avances en su cultivo. Revista de Producción Animal Tropical y Desarrollo Rural. CIPAV. Cali. Colombia. Volumen 14, No 1. 1-16.

67546

3. PRACTICAS DE MANEJO PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GANADERA EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA

CAMILO H. PLAZAS B.³

INTRODUCCION

La Orinoquia Colombiana consta de 26 millones de hectáreas, una cuarta parte de la superficie nacional, dividida en 5 grandes regiones:

- Piedemonte y los aluviones recientes; que forman el 7.5% del total de la extensión, donde se encuentra el mayor desarrollo tecnológico y se implementan las actividades agropecuarias de ganadería de ceba y de cierta agricultura tecnificada.
- La Orinoquia Mal drenada, la cual forma el 5% del total de la extensión, dedicada a la ganadería vacuna extensiva de cría.
- El andén del Río Orinoco, que conforma el 19.2% del área donde se han mostrado las más pobres posibilidades orinocenses de incorporación a la economía nacional.
- La Orinoquia bien drenada, que forma el 53.2% del total de la extensión dedicadas a actividades pecuarias intensivas semiextensivas y extensivas. Conocidas

también como sabanas de la Altillanura de los llanos orientales de Colombia, comprende 10 millones de hectáreas cubiertas por una vegetación de sabana natural.

Se distinguen dos paisajes principales: La Altillanura plana con 3.5 millones de hectáreas y la Altillanura ondulada y Serranía con una extensión aproximada de 6.5 millones de hectáreas. Los ecosistemas de sabana se caracterizan por la predominancia de suelos con relieve plano, ácidos (pH: 4.5), de baja fertilidad clasificados como oxisoles y ultisoles los cuales presentan deficiencias de P, N, S, Ca, Mg y Zn. Igualmente presenta una alta saturación de Aluminio (86%) y alta fijación de fósforo.

Su temperatura promedio es de 28°C, con una precipitación anual promedio de 2200 mm al año, y una evapotranspiración potencial promedio de 2300 mm, siendo la estación seca muy definida entre mediados del mes de

³ M.V.Z. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), A.A. 2898. V/cio - Colombia (plazas @ villavicencio. Cetcol.net.co).

Colo... 1

La altitud promedio de la región oscila entre 150 a 200 msnm. La región de la Altillanura bien drenada, presenta algunos factores positivos como son la de poseer buenas características físicas en los suelos, ausencia de inundaciones, bajos precios de la tierra, facilidad de comunicación con algunos mercados nacionales, y presencia de ríos navegables conectados con el Océano Atlántico, lo cual facilita el mercado internacional.

Debido a las condiciones anteriores, la actividad económica que predomina actualmente es la ganadería extensiva, sustentada en los pastos naturales, que en su mayor parte comprende gramíneas con problemas de manejo y producción (rápido deterioro de la calidad con la edad de la planta, y una baja respuesta de las praderas a la fertilización), sumado a la falta de prácticas adecuadas para el manejo de ganado y la ausencia de una infraestructura apropiada, lo

que resulta en una baja productividad animal de éstas explotaciones. Esta productividad va del 15 a 30 kg/ha de peso vivo al año, asociada a una baja capacidad de carga (0.2 a 0.3 animales/ha) y a bajos niveles de producción animal individual (60 a 90 kg/animal/ha).

En promedio los valores del comportamiento productivo de los hatos de cría son muy bajos, es así como la baja tasa de concepción, sumada a una tasa de abortos alta dan como resultados una tasa de natalidad de solo 45%.

A esto hay que agregar una alta mortalidad de terneros lactantes (12%) lo que conduce a una tasa de terneros logrados del 40% promedio. Además del problema de la baja fertilidad en las vacas, hay que tener en cuenta que las novillas tienen su primer parto a una edad muy avanzada, de 4 o más años, y el intervalo entre partos es superior a los 2 años. (tabla 1).

Tabla 1. Principales indicadores de la productividad de hatos de cría en Altillanura Colombiana.

Indicador	Valor Promedio
Tasa de concepción	50%
Tasa de abortos	10%
Tasa de natalidad	45%
Mortalidad en terneros	12%
Edad de las novillas a la concepción (260 kg)	36 meses
Edad de las novillas al primer parto	45 meses
Intervalo entre partos	27 meses
Pesos de los terneros al destete	110 kg

Fuente: Adaptado de Kleinheisterkamp y Habich, 1985

El peso de las vacas y novillas, también es muy bajo, causado por la deficiencia nutricional. A los 36 meses de edad las novillas pesan en promedio 260 kg, pero que puede aumentar a 300 kg si el animal se encuentra en estado de preñez bajando a 250 kg después del parto. En el caso de los terneros de un año, pesan 140 kg, y sus

ganancias de peso durante el levante fluctúa alrededor de 62 kg/animal/año. Con tan bajas ganancias de peso, los animales demoran alrededor de 5 años para alcanzar un estado satisfactorio para el mercado, tiempo que es demasiado largo para realizar programas de ceba en este medio.

La baja rentabilidad de las explotaciones ganaderas en las sabanas, no permite realizar inversiones suficientemente grandes para cambiar las condiciones de fertilidad de suelos o para reemplazar en gran escala la vegetación nativa por especies forrajeras mejoradas y productivas. Sin embargo, bajo las condiciones actuales de estas explotaciones es posible adoptar una serie de prácticas de manejo sencillas y de bajo costo que contribuyan a elevar la productividad de los hatos.

Prácticas de manejo para aumentar la productividad de la empresa ganadera

- Manejo adecuado del recurso forrajero de la sabana nativa.
- Introducción, establecimiento y manejo del germoplasma mejorado.
- Disponibilidad de infraestructura mínima.
- Programa de sanidad y manejo de los animales.

Manejo de Sabana Nativa

Debido a las limitaciones en la productividad de la sabana nativa, se requiere de un manejo racional de este recurso para lograr su óptimo aprovechamiento.

El manejo de la sabana nativa contempla dos aspectos básicos: El ajuste de la carga animal y el manejo racional de la quema. La capacidad de carga de la sabana depende tanto de la disponibilidad total de forraje como del estado de crecimiento del mismo y de la preferencia del ganado por las diferentes especies que la componen. Por esta razón, se hace necesario distinguir entre los diferentes tipos de sabana que se presentan, la calidad y la capacidad de carga de cada uno de ellos

para aprovecharlos con un mayor grado de eficiencia.

Existen sabanas de *Trachypogon* spp. donde las especies son poco aceptadas por el ganado, de tal manera que la disponibilidad real de forraje es relativamente baja. En las depresiones o bajos existentes en la sabana alta, se encuentran sabanas de *Trachypogon ligularis* y *Axonopus purpussi* (Guaratará), siendo esta última especie la que posee mejor calidad, aceptabilidad y mayor capacidad de carga. También se encuentran sabanas bien drenadas donde predominan especies de buena calidad como *Paspalum pectinatum* (grama).

Para determinar la capacidad de carga de cada finca, es muy importante considerar la proporción sabana alta/bajos, debido a la necesidad de rotar las áreas de pastoreo (en la sabana alta durante la lluvia y en los bajos durante la época seca). La vegetación nativa dominante de sabana, se caracteriza por una escasa variedad botánica, debido a que pocas especies se adaptan a las severas limitaciones de fertilidad de suelo y las frecuentes quemas. En sabanas representativas se han identificado 89 especies, encontrándose proporciones iguales de gramíneas (37%) y malezas de hoja ancha (37%), leguminosas (18%) y malezas de hoja angosta (8%).

Las especies dominantes son: *Andropogon bicornis* (rabo de zorro), *Trachypogon vestitus* (paja peluda), *Paspalum pectinatum* (grama) y *Andropogon selleanus*, presentándose mayor preferencia por parte de los animales por las gramíneas rastreras que por las de porte erecto.

Bajo las condiciones de explotaciones extensivas y totalmente extractiva de la sabana, la quema es la única herramienta de manejo práctica y económica, sin embargo, se debe realizar en forma racional y controlada para que ayude a mejorar la calidad nutricional del pasto nativo y mantener una composición botánica favorable de la sabana.

La quema se hace con dos objetivos fundamentales: controlar las malezas arbustivas y destruir el remanente lignificado de los pastos para provocar su rebrote, el cual, se hará de mayor valor nutricional, más digerible y más apetecible por el ganado. Además, la ceniza resultante, se constituye en suplemento mineral para el animal.

Entre los principales factores negativos de la quema, pueden citarse la volatilización de elementos como el N, S y Se y la exposición del suelo a la erosión. Para que exista forraje de buena calidad (rebrote) a lo largo del año,

las quemas se deben programar en forma rotatoria y en secuencia para diferentes áreas de la sabana nativa y en distintas épocas del año, así: Inicio de la época lluviosa quemando la mitad del área de la sabana alta. A mediados de la misma época, quemando la otra mitad de la sabana alta, aprovechando los pocos días sin lluvia, esto es, en el veranillo de Agosto, que normalmente ocurre en éste período. Al inicio de la época seca, quemando los bajos.

En estudios nutricionales realizados en la década de los setenta, se documentó que la productividad animal en sabana nativa era baja, independientemente de la carga animal o el sistema de pastoreo.

Además fue claro que para mantener animales en la sabana era necesario quemar la vegetación en diferentes épocas del año, con el fin de mantener un rebrote de buena calidad para los animales en pastoreo.

Tabla 2. Valor Promedio nutritivo de la sabana nativa según edad de rebrote después de quema

Días post Quema	Proteína %	Digestibilidad %	% de fibra en detergente ácido	Ca	P	Mg	Na
10-31	10.2	56.2	41.9	0.16	0.10	0.13	0.11
32-60	7.9	58.7	38.4	0.11	0.07	0.11	0.04
Más 61	5.1	48.4	40.8	0.13	0.05	0.08	0.01

Fuente: Adoptado de Paladines y Leal, 1979

El valor nutritivo y la composición mineral de la sabana nativa después de la quema alcanza sus mayores valores nutricionales entre los 10 y 31 días en cuanto al porcentaje de proteína, digestibilidad y minerales como el P, Ca, Mg y Na. A medida que la edad del rebrote aumenta, la calidad nutricional disminuye reduciéndose la digestibilidad y

palatabilidad del forraje, por ello es recomendable ofrecer continua y dosificadamente el alimento a través de la quema. (Tabla 2)

BIBLIOTECA NACIONAL

Schneichel et al., en 1988, encontró que después de la quema, el contenido de proteína en las hojas de gramíneas nativas de la sabana, se encuentra entre el 6% al 7%, pero éste contenido cae a su más bajo nivel

(4 a 5%) rápidamente. El contenido de proteína en las hojas de las gramíneas nativas de la sabana no quemada fue siempre baja (5%), y no presentó variación con las estaciones climáticas durante todo el año.

Tabla 3. Efecto de la quema de la sabana nativa en el aumento anual del peso de novillos bajo diferente carga animal (ha/animal).

Carga		Sin quema		Con quema	
A/ha	Ha/animal	kg/animal	Kg/ ha	Kg/animal	kg/ ha
0.20	5	28	6	92	18
0.35	3	38	13	94	33
0.50	2	2	1	74	37

Fuente: Adaptado de Paladines y Leal, 1979

La quema de la sabana, también permite aumentar las ganancias de peso por animal y por hectárea. En estudios realizados con 0.2, 0.35 y 0.5 animales adultos por hectárea (5, 3 y 2 hectáreas por animal), la ganancia de peso en los lotes de sabanas manejadas con quema fueron superiores en todos los casos a los obtenidos en la sabana sin quema. Los estudios nutricionales realizados con animales que pastorean la sabana nativa, manejada con quema, han indicado que el bajo consumo de energía digestible limita las ganancias de peso. (tabla 3).

El bajo consumo de energía en la sabana nativa es debido a la baja disponibilidad de forraje en las áreas recién quemadas, donde el ganado pastorea preferencialmente. Además, el forraje seleccionado por los animales que pastorean áreas recién quemadas o no quemadas de la sabana nativa es de muy baja digestibilidad. Con el fin de validar el concepto de limitación de energía de la sabana nativa se realizó un primer estudio, donde se registraron las

ganancias de peso en novillos que pastorearon en sabana nativa permanentemente, comparados con novillos que pastorearon en sabana nativa complementada con un banco de energía (2.000 m²/animal de *Andropogon gayanus* asociado con *Stylosanthes capitata*). Se impusieron cargas de 2 y 4 ha/animal, con libre acceso a los bancos de pastos mejorados, se suplementaron los animales con una mezcla de sal mineralizada con 8% de fósforo y la sabana nativa se quemó rotacionalmente tres veces al año (Abril, Agosto y Diciembre).

En resumen, los resultados mostraron que las ganancias anuales de peso en ambas cargas fueron mayores en los animales con acceso libre y permanente al banco de energía (promedio 165 Kg/animal) que en sabana nativa control (Promedio 117 kg/animal). La ganancia de peso debida al banco de energía fue mayor en la carga baja (52%) en comparación con la carga alta de 2 ha/animal (29%).

El análisis detallado de las ganancias de peso estacionales indicó que durante la época seca y en los dos tratamientos y cargas, los animales solo mantuvieron su peso, mientras que solo en la época lluviosa se observó ventaja del banco de energía. Las mayores ganancias de peso de los animales con acceso al banco de energía, se asociaron con una digestibilidad más alta de la dieta seleccionada.

El nivel de proteína cruda (PC) en la dieta fue similar en la sabana (7.9%) y en el banco de energía (8.3%), sin embargo, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) fue mayor en el banco (47%) que en la sabana (40%) Un segundo estudio comprendió el pastoreo de novillos en sabana nativa complementada con un banco de proteína (2.000 m² de Kudzú por

animal) o complementada por un banco de energía (2000 m² de *A. gayanus* asociado con *S. capitata* por animal). Las ganancias de peso de los novillos registradas durante 263 días, incluyendo 119 días de época seca, no fueron afectadas por la carga animal, pero fueron un 39% mayores en los animales con acceso al banco de energía (157 kg/animal) en comparación con los animales con acceso al banco de proteína (113 kg/animal).

Tanto en la época seca como en la lluviosa los animales pastorearon durante más tiempo en el banco de energía (más del 50% del pastoreo efectivo) que en el banco de proteína. Sin embargo, no se notó sobrepastoreo en ninguno de los bancos en las dos cargas animales utilizadas. (tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de pastoreo diurno en sabana y bancos de energía y proteína.

Época	Sabana (%)	Banco Proteína (%)	Sabana (%)	Banco Energía (%)
Seca	85	15	48	52
Lluviosa	85	15	44	56

Fuente: lascano y plazas, 1990

El nivel de PC (15.5%) del banco de proteína fue mayor que en la sabana (10.6%) y que en el banco de energía (10%). Por el contrario la DIVMS fue mayor en el banco de energía (47%) que en la sabana (39%) y que en el banco de proteína (41%) Estos resultados

muestran que el acceso al banco de energía mejora la digestibilidad de la dieta de los animales en pastoreo, lo cual se traduce en mayores aumentos de peso que los observados por efecto del banco de proteína. (tabla 5).

Tabla 5. Calidad de la dieta seleccionada por animales fistulados en sabana sola o complementada con bancos de energía y proteína.

Época	Sabana		Banco de proteína		Banco de energía	
	PC	DIVMS	PC	DIVMS	PC	DIVMS
Seca	11.3	36.6	16.1	41	9.8	45.7
Lluvia	9.8	42	14.9	40.6	10.2	47.7
Promedia	10.6 b	39.4 d	15.5 a	40.8 d	10 b	46.7 c

a, b medias para PC diferentes ($P < 0.05$)

c, d medias para DIVMS diferentes ($P < 0.05$)

Fuente: Lascano y Plazas, 1990

En resumen se puede deducir que la suplementación de sabana podría efectuarse con bancos de proteína en la época seca, particularmente en sistemas de producción más intensivos como el doble propósito y con bancos de energía en época de lluvias.

Alternativamente, se podría pensar en suplementar la sabana con pequeñas áreas de gramíneas asociadas con leguminosas, aumentando la capacidad de carga y parámetros productivos, donde la gramínea proporciona energía a los animales principalmente durante la época lluviosa y la leguminosa aporta nitrógeno a la gramínea para mantenerla productiva en el tiempo, y proteína a los animales que la consumen preferencialmente en época seca.

Por otra parte, la introducción de leguminosa en sabana nativa es otra alternativa de alimentación, en un estudio donde se introdujo en una sabana nativa de *Trachypogon spp.* la leguminosa *Stylosanthes capitata*, eliminando la quema, se lograron aumentos de peso de 400 g/animal/día con cargas de 1 ha por animal mientras se encontraba un buen porcentaje de leguminosa contribuyendo a la dieta, contrastando con los aumentos obtenidos en sabana quemada (357 g/ animal/día) manejada con una carga aún más baja de 3 ha por animal (0.35 animales/ha), desafortunadamente, la leguminosa no persistió por exceso de consumo de los animales en pastoreo.

Estos resultados indican, que para que la leguminosa persista necesita que sea productiva y agresiva, ojalá con hábito de crecimiento estolonífero y con alta producción de semilla, igualmente que no sea muy palatable con el fin de asegurar su persistencia, que aporte energía y proteína a la dieta y sobretodo que posea resistencia a la quema.

Germoplasma mejorado

En pasturas mejoradas normalmente se espera que la producción animal este relacionada con la cantidad y calidad del forraje en oferta. La cantidad del forraje en oferta puede manipularse a través de la intensidad de pastoreo, mientras que la calidad es una función más de las especies sembradas. El conocimiento de la calidad nutritiva de las especies forrajeras es de gran importancia para la toma de decisiones, en lo referente al manejo y utilización.

Esta determinación se realiza en el laboratorio y es una valiosa herramienta para seleccionar las especies y definir el momento óptimo de su utilización. Generalmente el valor nutricional de una especie no es estable, si no que varía con las condiciones edafoclimáticas, con el manejo y la variedad o accesión que se está evaluando. Una de las grandes ventajas que tienen las leguminosas en comparación con las gramíneas es su mayor calidad nutricional, especialmente en épocas de sequía. Mientras que el contenido de proteína bruta en las gramíneas en verano, generalmente se encuentra por debajo del 7%, el de las leguminosas es mayor al 10%.

La digestibilidad muestra un comportamiento similar, mientras que en las gramíneas se reduce drásticamente durante la época seca, en las leguminosas se mantiene relativamente estable (ver anexo, cuadro 1). Otra gran ventaja de las leguminosas es el efecto que tienen sobre la calidad (contenido de proteína) de la gramínea asociada, se ha observado que el contenido de proteína en las asociaciones aumenta entre un 3 y 4% respecto a la gramínea pura cuando hay más del 20% de leguminosa en la pastura.

Igualmente, la leguminosa posee mayores contenidos de Calcio y Magnesio que la gramínea. Por consiguiente, se recomienda que las praderas se constituyan por asociaciones de gramíneas y leguminosas, ya que las praderas puras de gramíneas requieren una fertilización periódica que resulta costosa, además, aunque éstas praderas se establecen bien inicialmente en la Altillanura, se degradan posteriormente debido a la compactación ocasionada por el pisoteo del ganado y a la baja disponibilidad de nutrientes, principalmente de nitrógeno, fósforo y potasio de éstos suelos.

El establecimiento de asociaciones contribuye a solucionar éste tipo de problemas, ya que las leguminosas fijan en sus raíces el nitrógeno del aire para liberarlo posteriormente al suelo donde puede ser utilizado continuamente por la gramínea asociada como fuente de nutrimento, también ayuda a una mayor actividad de la micro y macro fauna del suelo, mejorando las características físicas y químicas del suelo, su abundante y profundo sistema de raíces leñosas evitan la compactación excesiva del suelo, permitiendo extraer agua, fósforo y potasio de las capas profundas del suelo para incorporarlo luego a su superficie a través de las raíces y hojas que se desprenden de ellas, como también por medio de las heces de los animales que la consumen.

También, son un suplemento alimenticio (proteína y energía), para los animales y ayudan a cubrir el suelo evitando la erosión, ayudando a una mayor absorción de Ca, en suelos ácidos de baja fertilidad. Igualmente, pasturas de larga duración (9 años), de *Brachiaria humidicola* sola con buen manejo, captaron 25 t/ha de Carbono más que los potreros vecinos de sabana nativa.

La inclusión del componente leguminosa (*Arachis pintoi*), durante 5 años aumenta notablemente la cantidad de Carbono captado en el suelo, casi triplicando la cantidad, esto es 75 T/ha más que la sabana nativa.

Estos resultados indican que las pasturas introducidas de gramíneas y leguminosas mejoradas, contribuyen también a moderar el incremento de Dióxido de carbono atmosférico, reduciendo así el calentamiento de la tierra. Teniendo en cuenta las diferencias en el comportamiento de las especies frente a la deficiencia de humedad en el suelo, es importante incluir dos o más leguminosas (Cocktail), en la asociación para asegurar una mayor disponibilidad de forraje de leguminosas durante la época crítica anual de sequía.

El aumento en la producción y su estabilidad posterior, no sólo depende de la selección del material el cual es un proceso largo y dispendioso que incluye desde la identificación, caracterización, mejoramiento genético, y utilización, sino de una serie de condiciones tales como:

* Un establecimiento exitoso, que depende de un buen conocimiento de las condiciones del suelo a preparar como textura, humedad, del tipo de labranza a utilizar, de la agresividad (tasa de germinación, velocidad de crecimiento, ataque diferencial de plagas y enfermedades) de las especies forrajeras que se siembran, de la vegetación nativa a controlar y de un equilibrio de los recursos disponibles.

* De un manejo del pastoreo, esto es, carga animal y sistema de pastoreo, donde se propone que para cada asociación sea flexible.

Estas variables de manejo, se ajustan en función de la disponibilidad de forraje y del balance de las especies en la asociación, específicamente el período de descanso se prolonga cuando haya que favorecer a la gramínea, por un exceso de leguminosa y viceversa.

Durante varios años de investigación se ha logrado identificar algunas gramíneas y leguminosas como persistentes y productivas bajo las condiciones de la Altillanura.

Cultivares liberados adaptados a suelos ácidos.

Andropogon gayanus CIAT 621 (Pasto Carimagua) año 1980.

Stylosanthes capitata CIAT 10280 (Capica) año 1983.

Centrosema acutifolium CIAT 5277 (Vichada) año 1987.

Brachiaria dictyoneura CIAT 6133 (Pasto Llanero) año 1987.

Brachiaria brizantha CIAT 26646 (Pasto La Libertad) año 1987.

Brachiaria humidicola CIAT 679 (Pasto dulce) año 1992.

Arachis pintoii CIAT 17434 (Maní forrajero perenne) año 1992.

Otros materiales recomendados

* *Brachiaria decumbens*.

* *Melinis minutiflora*.

* *Panicum maximum*.

* *Pueraria phaseoloides*.

* *Desmodium ovalifolium*.

Cultivares potenciales para próxima liberación

- *Codariocalyx giroides* (Zona de la Amazonía, en márgenes de bosque. Utilización como suplemento para explotaciones de doble propósito).

- *Cratylia argentea* (Zona Caribe, suplemento).

- *Stylosanthes guianensis* (Resistencia a la antracnosis, zona de bosque, para suplemento en terneros).

- *Arachis pintoii* CIAT 18744, 18748, 22160 (Zona de márgenes de bosque, poseen mayor tasa de crecimiento, tolerancia a la sequía y compatibilidad con gramíneas agresivas que el Maní forrajero comercial).

- *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 (Zona caribe, tolerante a sequía).

Se ha estimado que el establecimiento de éstas praderas mejoradas en aproximadamente 10% del área de la finca es suficiente para obtener incrementos económicos en el sistema de producción.

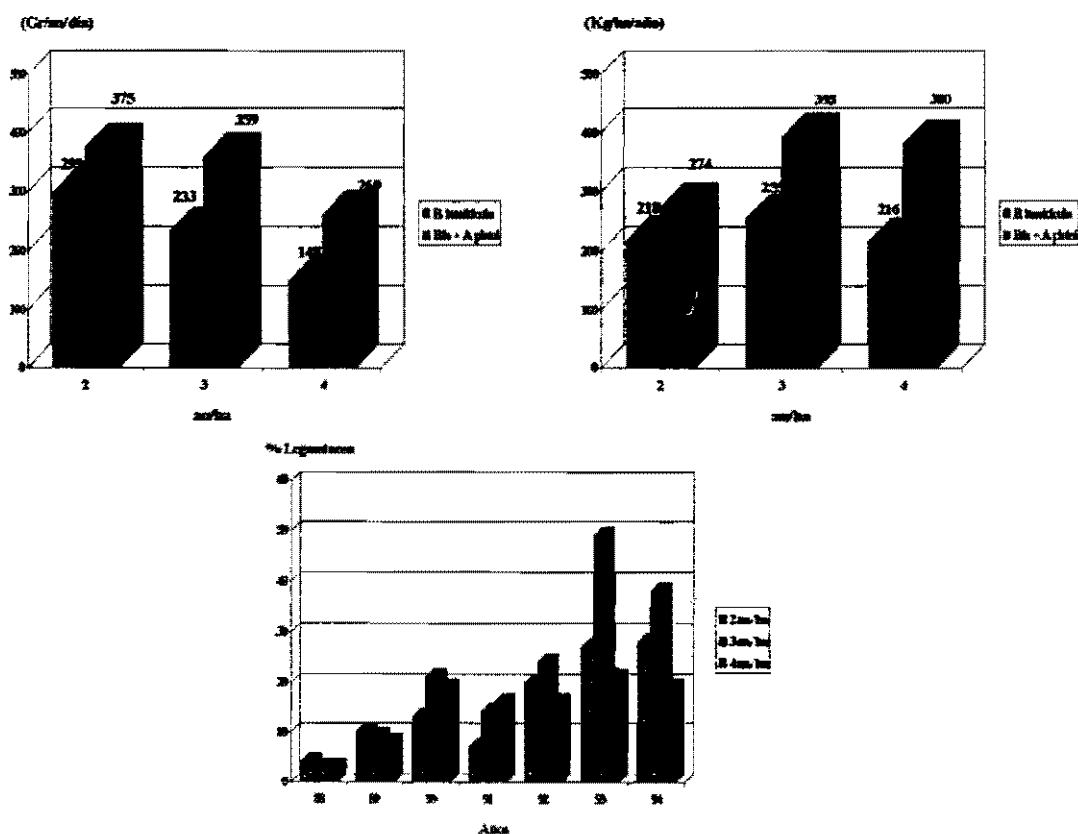
Tales praderas se deben utilizar principalmente para actividades tales como producción de leche, ceba de novillos, así como, potreros de maternidad, levante de hembras de reemplazo, y mantenimiento de toros fuera de la época de monta.

Producción y productividad

El efecto del pastoreo en asociaciones de *B. humidicola* sólo y asociado con *A. pintoi*, durante 10 años con 2, 3 y 4 animales/ha, pastoreo alterno de 7 días de ocupación en época seca y 14 días de ocupación en época de lluvia, indican que el contenido de leguminosa en el forraje en oferta se ha incrementado de un 3% inicial a un 28% promedio, siendo mayor éste incremento en la carga media y baja, y que las ganancias de peso han sido consistentemente más altas en

la asociación, comparada con la pastura pura, independientemente de la carga de pastoreo y los años de evaluación. El promedio de ganancias de peso varía entre 54 a 109 kg/animal y 216 a 255 kg/ha en pasturas puras en comparación a 95 a 137 kg/animal y 274 a 380 kg/ha en la asociación gramínea-leguminosa, lo que representa un 26% de ventaja entre la asociación sobre la gramínea pura en la carga baja, un 54% en la carga media y un 76% en la carga alta. (Figura 1).

Figura 1. Ganancia de peso y contenido de leguminosa en pasturas de *Brachiaria humidicola* puro y asociado con *Arachis pintoi* bajo diferentes cargas, pastoreo alterno. C.I. Carimagua. Colombia.



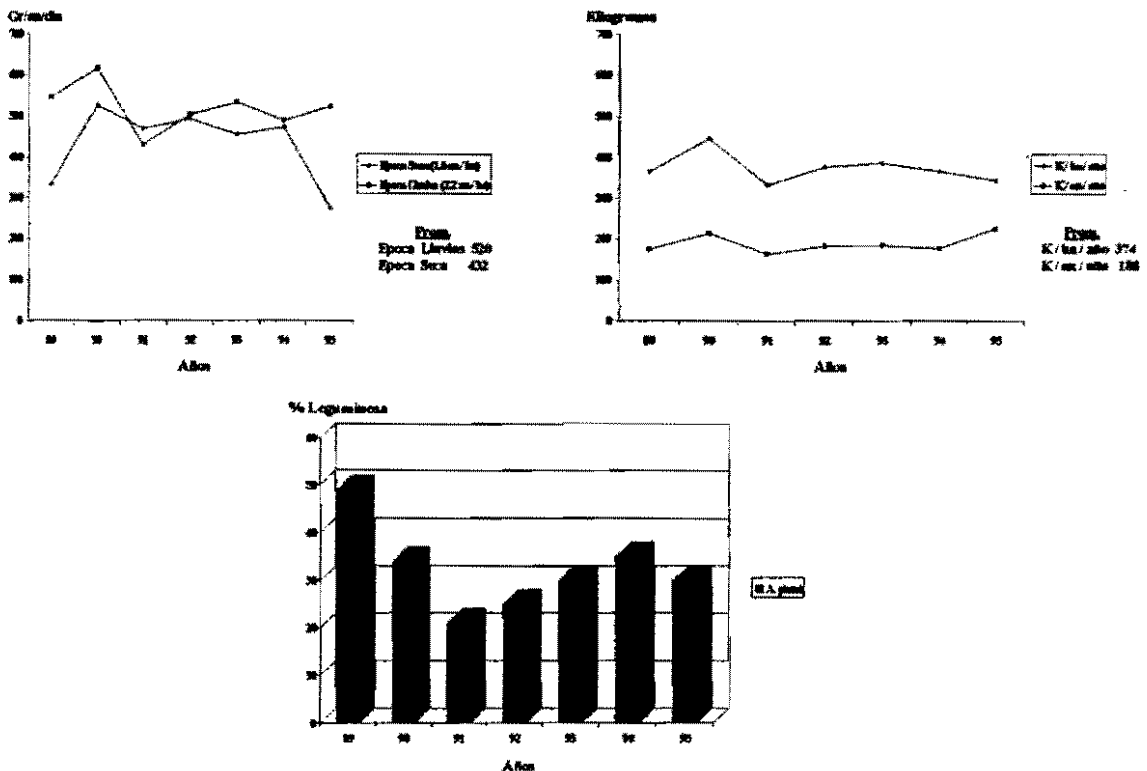
En otros experimentos llevados a cabo en el C.I. Carimagua, el efecto del pastoreo en *B. dictyoneura* asociado con *A. pintoi* bajo un sistema de pastoreo rotacional de cuatro parcelas, con 7 días de ocupación y 21 de descanso, se han obtenido ganancias diarias promedio de 419 g/animal/día con una carga de 1.8 animales/ha. en época seca y 531 g/animal/día con 2.2 animales/ha en época de lluvias. (Fig 2)

Otra asociación que durante 20 años de pastoreo continuo ha demostrado ser muy productiva es *B. decumbens* asociado con *Pueraria phaseoloides* (Kudzú), donde la

carga ha sido ajustada por época estacional, 1 animal/ha en verano y 2 animales/ha en lluvias, obteniendo ganancia de peso promedio de 137 kg/animal y 245 kg/ha en la pastura sola y 184 kg/animal y 321 kg/ha en la asociación, a pesar de fuertes ataques de salivazo que ha sufrido la gramínea.

El beneficio de la leguminosa en términos de ganancia diaria promedio fue mayor en época seca (67%) que en época de lluvia (24%). La proporción de leguminosa ha sido muy variable, con un promedio de 35% durante todos los años de pastoreo. (Figura 2)

Figura 2. Ganancia de peso y contenido de leguminosa en pasturas de *Brachiaria dictyoneura* asociado con *Arachis pintoi*, pastoreo rotacional. C.I. Carimagua, Colombia.



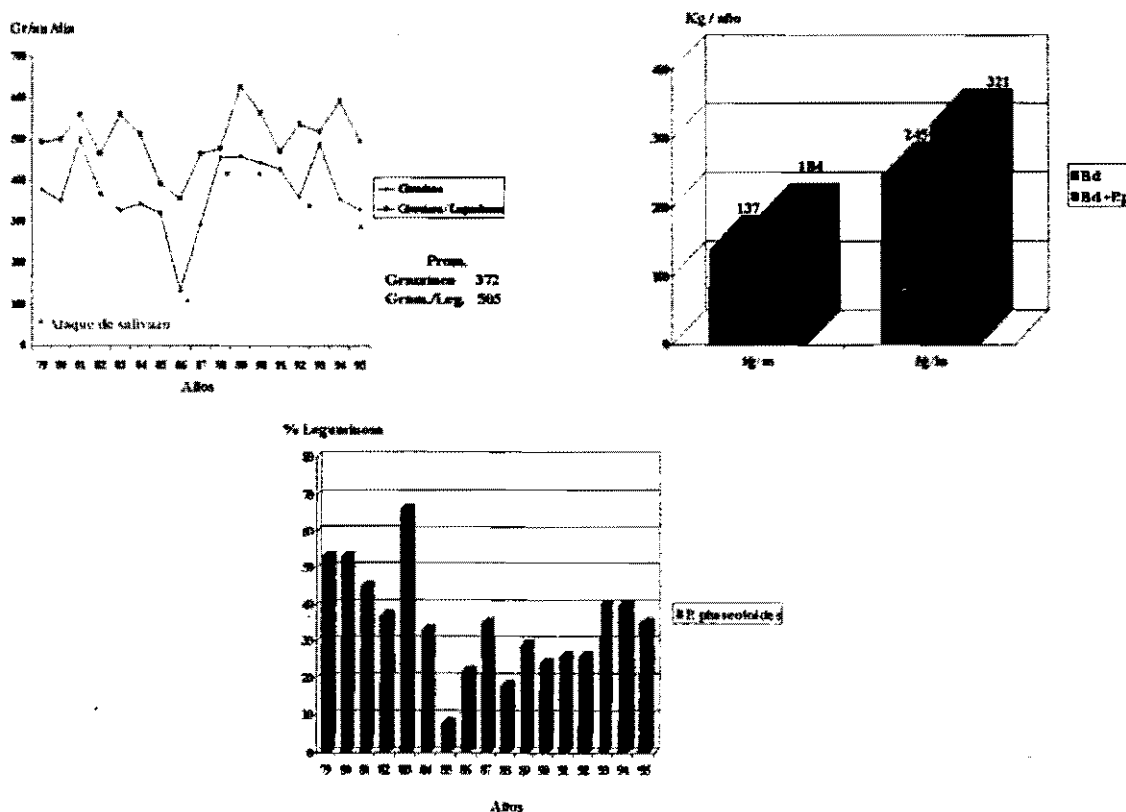
Estos resultados son producto de un buen manejo (carga animal y sistema de pastoreo) de la pastura, que incluye fertilizaciones de mantenimiento cada dos años con mitad de la dosis utilizada en el momento de la siembra, esto es, 10 kg de P, 13 de K, 10 de Mg, y 16 de S por ha. (figura 3)

En general, los resultados de ensayos de pastoreo, han mostrado en forma consistente que en asociaciones de gramíneas con leguminosas de buena calidad y aceptabilidad (anexo cuadro 1) se pueden lograr aumentos de peso del orden de 150-160 kg/animal/año, lo cual representa un 30-40% más que lo que se obtienen la gramínea pura (anexo cuadro 2). Es bien claro que el beneficio de las pasturas asociadas de gramíneas y

leguminosas seleccionadas para suelos ácidos se ha demostrado en términos de ganancias de peso vivo, sin embargo, necesitamos información clara sobre la contribución de éstas en la producción de leche.

La producción diaria de leche en los sistemas de doble propósito es baja (3-4 kg/animal) porque está asociada a una deficiente nutrición, especialmente en época seca y al bajo potencial genético de las vacas. Algunos estudios han mostrado que vacas con mediano potencial genético, la producción diaria de leche puede alcanzar los 9-10 kg/animal con la utilización de gramíneas fertilizadas con N ó con asociaciones gramínea-leguminosa.

Figura 3. Ganancia de peso y contenido de leguminosa en pasturas de *Brachiaria decumbens* puro y asociado con *Pueraria phaseoloides* (Kudzú), pastoreo continuo. C.I. Carimagua. Colombia.



Las evaluaciones de pasturas con vacas lecheras surge en respuesta a la importancia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en áreas tropicales con suelos ácidos. Algunos estudios realizados en Santander de Quilichao (Cauca, Colombia) sobre el efecto del pastoreo con leguminosas en producción de leche, en vacas lactantes utilizando diseños de sobrecambio y vacas de mediano (8-10 l/día) y de bajo (4-6 l/día) potencial de producción, indican que vacas Holstein de alto mestizaje y ordeñadas sin ternero producen entre un 10 y 20% más de leche en pasturas asociadas con *Centrosema* spp., que en gramíneas puras, independientemente del periodo de lactancia.

Igualmente se encontró que la respuesta en producción de leche a la leguminosa en asociación con gramínea fue mayor en vacas Holstein que en vacas cruzadas, lo que sugiere que dicha respuesta puede estar afectada por el potencial genético de los animales experimentales (anexo cuadro 3).

Esto no quiere decir que la utilización de pasturas asociadas con vacas de bajo potencial de producción no se justifique, ya que se ha demostrado que el comportamiento reproductivo (intervalo entre partos, tasa de natalidad, etc.) y la condición corporal, inclusive de las vacas de descarte, también se mejoran. La inclusión de una leguminosa en las pasturas no ha afectado el contenido de

grasas y sólidos no grasos en la leche. Sin embargo, los niveles de urea en la leche aumentan cuando las vacas pastorean asociaciones gramíneas - leguminosas. Figura 3.

Infraestructura necesaria para un buen manejo animal

La disponibilidad de una infraestructura adecuada en la finca es un requisito importante para el buen manejo animal. En especial, es necesario considerar lo relacionado con:

Saladeros: Se recomienda que sean techados para evitar el deterioro y la pérdida de sal mineralizada por la acción de lluvias, viento y sol. Es importante que el suministro de sal mineralizada sea regular y permanente. Cuando el suministro de sal es irregular, los animales consumen inicialmente cantidades elevadas y eso constituye una causa de diarreas y abortos masivos.

En las sabanas con suelos franco-arcillosos, se ha observado que el consumo de sal mineralizada alcanza 70 g/animal/día, o sea 25 kg/animal/año, mientras que en suelos franco-arenosos el consumo es de 110 g/animal/día, o sea 40 kg/animal/año, supliendo las deficiencias en el contenido de minerales de éstos suelos.

Tabla No 6. Parámetros productivos con y sin suplementación mineral.

Parámetros	Sal Común	Sal Mineralizada
Abortos (%)	9.3	0.75
Nacimientos por año (%)	50.0	67.0
Mortalidad al destete (%)	22.6	10.5
Terneros destetos (%)	38.4	60.0
Peso destete 9 meses (kg)	117	147
Ganancia diaria peso en terneros (g/día)	150	247
Peso al destete kg/año/vaca	44.9	88.2

El suministro de sales mineralizadas aumenta los parámetros productivos de un hato de cría, demostrando el beneficio económico. Tabla No 6. El uso de ésta tecnología aumentaría el inventario de ganado regional del 17 al 20 %. Es importante construir y adecuar en forma sencilla y de bajo costo otros componentes que ayudan a mejorar las condiciones de los animales tales como bebederos, cercas, corrales, rascadores etc.

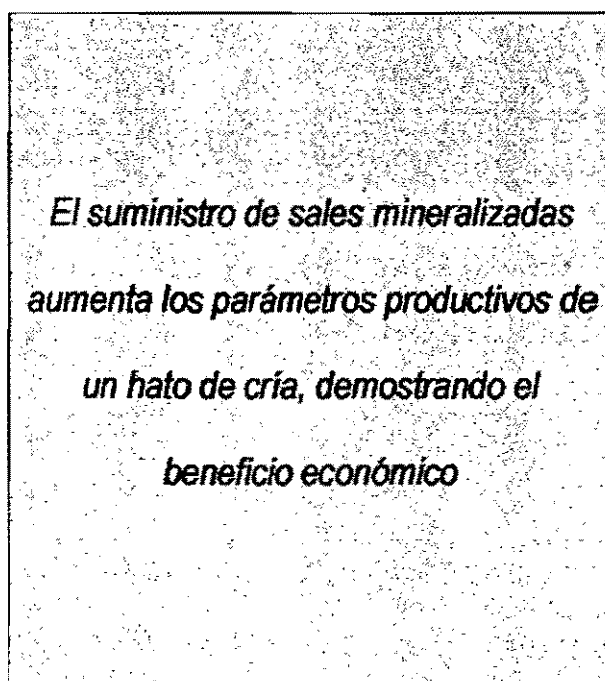
Programas de Manejo y Sanidad Animal Adecuados

Otra de las recomendaciones para evitar pérdidas tales como abortos, muerte de terneros etc. y aumentar la productividad es implantar un adecuado programa de manejo de los animales y un esquema básico de sanidad. Para tal efecto es necesario realizar algunas prácticas tales como:

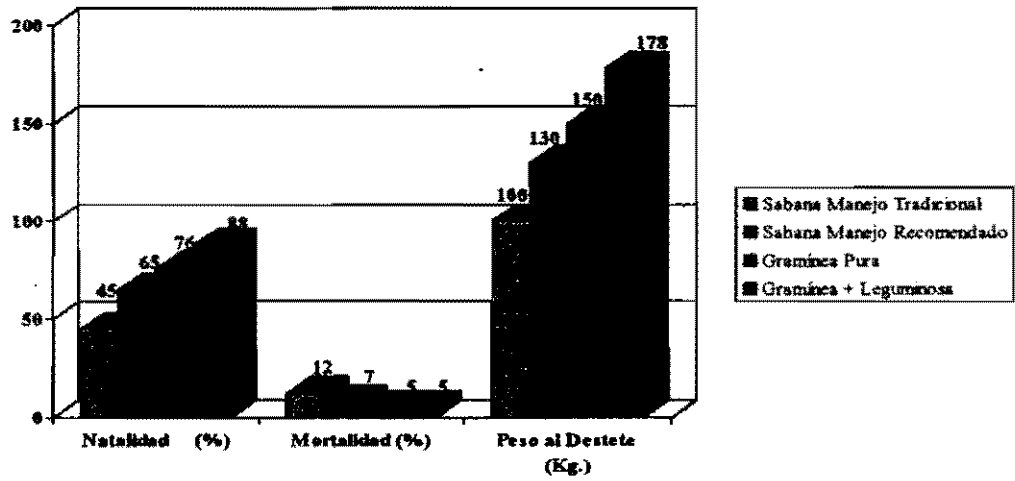
- Implantar un buen programa de mejoramiento genético, con la introducción de toros puros para mejorar la calidad de las hembras de reemplazo.
- Realizar montas estacionales para programar épocas de parto donde hay abundancia y calidad de alimento.
- Hacer una distribución de potreros, especialmente los de maternidad donde se presentan las mayores pérdidas.
- Adopción de prácticas especiales de manejo sobre todo al ternero recién nacido como curaciones de ombligo, destete y descorne, etc.
- Realizar una buena identificación de los animales, para poder llevar y hacer un buen uso de registros.

- Cumplir con un buen programa sanitario básico de prevención de enfermedades y prácticas de manejo tales como vacunaciones desparasitaciones, baños contra ectoparásitos etc.

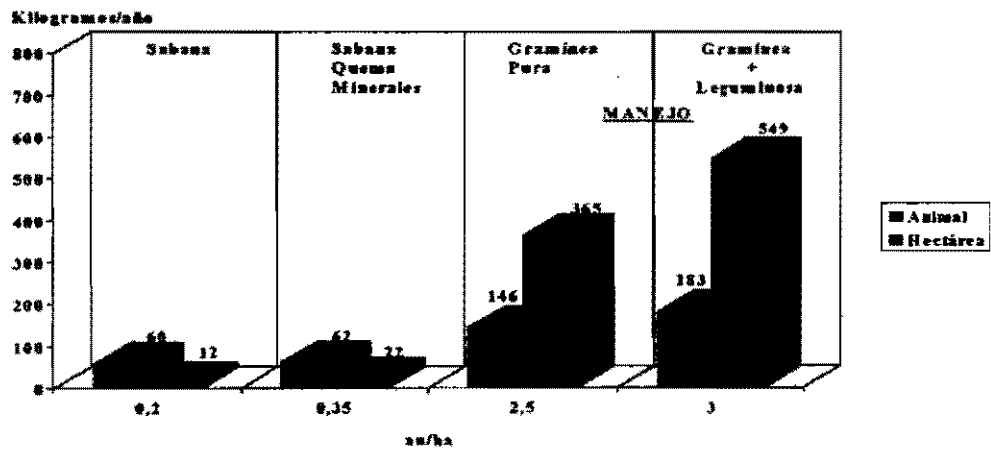
Se ha comprobado que los buenos niveles de nutrición de los animales no sólo mejoran su rendimiento y su comportamiento sino que permiten la aplicación del conjunto de prácticas de manejo descritas anteriormente, mejorando ostensiblemente la productividad de la empresa ganadera. Graficas 5 y 6.



Grafica 5. Parámetros de producción obtenidos bajo diferentes sistemas de manejo en la Altillanura Colombiana.



Grafica 6. Producción Animal con diferentes estrategias de manejo en la Altillanura Colombiana.



Conclusiones

La información y tecnología generada por las investigaciones realizadas en especies forrajeras adaptadas a los suelos ácidos de la Altillanura, permiten dar pautas generales sobre su selección, establecimiento, manejo y utilización en las condiciones edáficas, climáticas, y bióticas de esta subregión de la Orinoquia Colombiana.

Las prácticas adecuadas de preparación del suelo, métodos y densidades de siembra, el uso de semilla de buena calidad de las especies adaptadas, la fertilización en las dosis y épocas recomendadas y la realización oportuna de prácticas culturales como control de malezas, aseguran el éxito en el establecimiento de praderas.

Los pastos deben considerarse como cultivos, una pradera mal establecida genera pérdida de tiempo y de dinero; el tipo de animal, el manejo del pastoreo, y las prácticas de renovación y el mantenimiento son factores

decisivos para mantener alta y estable la productividad animal de las praderas a través del tiempo. El potencial para aumentar en América Tropical la productividad animal bajo sistemas extensivos o semiintensivos con base en pasturas mejoradas es muy alto. Sin embargo, para lograr cristalizar éstos aumentos es necesario un esfuerzo integrado entre instituciones de investigación y programas de fomento y desarrollo ganadero a nivel de cada país del área.

No es suficiente crear una base de germoplasma forrajero adaptado, desarrollar prácticas de manejo de fertilización y pastoreo ó demostrar los grandes aumentos en producción animal que se pueden lograr con una tecnología de pasturas mejoradas a nivel experimental, sino que debe hacerse un gran esfuerzo de transferencia de ésta tecnología a nivel del productor, sobretudo en lo que se relaciona al empleo de leguminosas con poco historial de uso en el continente.

BIBLIOGRAFIA

- Abaunza M., Lascano C. y Giraldo H., 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. Vol 13, No 2, CIAT(Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Botero R., 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en la sabana bien drenada de Colombia, Boletín técnico No 2. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- CIAT, 1989. Contribución de las pasturas mejoradas a la producción animal en el trópico. Documento de trabajo No 80.
- CIAT, 1992 - 1996. Programa de Forrajes tropicales. Informes anuales.
- CIAT, 1988. Establecimiento y renovación de pasturas. Riept.

- CIAT, 1993 - 1995. Programa de Forrajes Tropicales. Documentos de trabajo No 153, 136.
- Corpoica, 1996. Curso de ganadería Tropical. Memorias. Villavicencio, Colombia.
- Gómez J, 1997. Importancia de los minerales en la nutrición animal en los Llanos Orientales de Colombia. Curso de ganadería regional. Villavicencio, Colombia.
- Hess D., Lascano C. y Plazas C, 1992. Niveles de amonio ruminal en novillos que pastorean gramíneas solas y asociadas con leguminosa de calidad nutritiva contrastante. *Pasturas Tropicales*, Vol 14, No. 3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Hoyos P. y Lascano C., 1988. Valor nutritivo y preferencia por especies forrajeras nativas en sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. Vol 10, No 3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Kleinheisterkamp I y Habich G., 1985. Colombia, estudio biológico y técnico. En: Vera R. y Sere E. (eds.) *Sistemas de producción pecuaria extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela. Informe final del proyecto ETES (estudio técnico y económico de producción pecuaria) 1978-1982*. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Lascano C. y Avila P., 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*, Vol 13, No. 3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Lascano C. y Plazas C., 1990. Bancos de proteína y energía en sabanas de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. Vol 12, No. 1. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Lascano C. y Toledo M., 1987. Desarrollo y potencial de pasturas mejoradas para América Tropical. VI. Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali, Colombia 1987.
- Mosquera P. y Lascano C., 1992. Producción de leche de vacas en pasturas de *B. decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. *Pasturas Tropicales*. Vol 14, No. 1. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- Paladines O. y Leal J.A., 1979. Pasture management and productivity in the Llanos Orientales of Colombia. En: Sanchez P.A. y Tergas L.E. (eds.) *Pasture production in acid soils of the tropics. Proceedings of a seminar held at CIAT(Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia*.
- Plazas C., 1997. Evaluación y adaptación de gramíneas y leguminosas en los Llanos Orientales. *Agrociencia y Tecnología*.
- Plazas C., 1997. Manejo y productividad de asociaciones gramínea-leguminosa en los Llanos Orientales de Colombia. *Agrociencia y Tecnología*.
- Ullrich C., Vera R. y Weniger J., 1994. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosa. *Pasturas Tropicales*, Vol 16, No. 3. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.

ANEXOS

Cuadro 1: Calidad nutricional de gramíneas y leguminosas en suelos de la Altillanura colombiana.

Especie	Proteína (%)	Digestibilidad (%)
Gramíneas		
<i>Brachiaria humidicola</i>	7.1	56.9
<i>B. decumbens</i>	8.6	61.5
<i>B. dictyoneura</i>	8.3	59.0
<i>B. brizantha</i>	10.0	61.8
<i>B. ruziizensis</i>	11.2	65.5
<i>Andropogon gayanus</i>	9.5	58.0
Leguminosas		
<i>Stylosanthes capitata</i>	15.0	55.6
<i>Arachis pintoii</i>	18.0	64.0
<i>Desmodium ovalifolium</i>	17.0	49.0
<i>Pueraria phaseoloides</i>	18.0	51.7
<i>Cratylia argentea</i>	23.5	48.1
<i>Erythrina fusca</i>	19.1	51.4
<i>E. poeppigiana</i>	27.1	48.2
<i>Leucaena leucocephala</i>	26.5	52.2
<i>Gliricida sepium</i>	23.0	60.0

Adaptado de CIAT, Informes Anuales

Cuadro 2: Potencial de aumento promedio de peso en diferentes pasturas en los llanos orientales de Colombia. (resumen).

Pastura	Carga animal Animales/ha	Ganancia g/animal/di a	Aumento de peso por año	
			kg/animal	kg/ha
Sabana nativa sin quema	0.2	77	28	6
	0.35	104	38	13
	0.50	5	2	1
Sabana nativa con quema + minerales	0.2	252	92	18 (200%)
	0.35	258	94	33
	0.50	203	74	37
Sabana Nativa con banco de energía	0.37	435	159	59
Sabana Nativa con banco de proteína	0.37	305	111	41
<i>B. humidicola</i>	2	225	82	164
<i>B. humidicola</i> más leguminosas	3	334	122	365 (123%)
<i>A. gayanus</i>	2	301	110	220
<i>A. gayanus</i> más leguminosas	2	452	165	330 (50%)
<i>B. dictyoneura</i>	2	320	117	234
<i>B. dictyoneura</i> más leguminosas	2	420	153	306 (31%)
<i>B. decumbens</i>	2	340	124	248
<i>B. decumbens</i> más leguminosas	2	504	184	368 (48%)
<i>B. brizantha</i>	2	375	137	274
<i>B. brizantha</i> más leguminosas	2	603	220	440 (61%)

Valores entre paréntesis representan la diferencia entre los dos tipos de pasturas.

Adaptado de CIAT, Informes anuales.

Cuadro 3: Producción de leche corregido al 4% grasa en pasturas solas y asociadas con leguminosas (Cauca, Colombia).

Pastura	kg/vaca/día	
	Cruzada	Holstein
<i>Brachiana dictyoneura</i>	5.7 (b) (5.4)	8.6 (b)
<i>B. dictyoneura</i> + <i>Centrosema acutifolium</i>	6.5 (a) (16.5)	10.2 (a)
<i>B. dictyoneura</i> + <i>C. Macrocarpum</i>	6.4 (a) (11.0)	10.2 (a)
<i>B. dictyoneura</i> + <i>Stylosanthes guianensis</i>	6.1 (a)	7.9 (b)
<i>Andropogon gayanus</i>	6.6 (b) (9.9)	8.2 (b)
<i>A. gayanus</i> + <i>C. Acutifolium</i>	7 (a) (26.1)	9.8 (a)
<i>A. gayanus</i> + <i>C. Macrocarpum</i>	6.7 (b) (20.6)	9.1 (a)
<i>Brachiaría decumbens</i>	5.6 (6.9)	8.3 (7.2)
<i>B. decumbens</i> + banco <i>C. Acutifolium</i>	6.4 (12.6)	8.8 (23.1)
<i>B. decumbens</i> + banco <i>C. Macrocarpum</i>	6.3 (19.8)	9.4 (30.3)
<i>Panicum maximum</i>	5.3	11.5
<i>P. maximum</i> + <i>C. Macrocarpum</i>	5.6	11.4
<i>P. maximum</i> + <i>S. Guianensis</i>	5.4	10.4

a, b: medias para cada grupo de pasturas son diferentes ($P < 0.05$).

Valores entre paréntesis representan mg/100 ml de nitrógeno ureico en leche.

Adaptado de CIAT, Informes anuales.

4. IMPORTANCIA DEL SUMINISTRO DE ENERGIA Y PROTEINA EN LA REPRODUCCIÓN DE LA HEMBRA BOVINA

HERNANDO FLOREZ DIAZ¹

Introducción

Desde hace muchos años se tiene evidencia del impacto de la nutrición en el comportamiento reproductivo de la hembra bovina. Guilbert (1942) citado por Randel, (1990) describe que el principal factor que afecta la reproducción es la subnutrición debida a la escasez y calidad del alimento.

Investigaciones posteriores han demostrado que los efectos nutricionales se ejercen a través de interrelaciones complejas entre diversos aspectos tales como: contenido y utilización de reservas corporales, distribución de nutrientes entre diferentes sistemas y órganos y priorización del uso de nutrientes para diversas funciones además de la reproducción.

El propósito de esta revisión es describir los avances recientes de la importancia de la nutrición energética y proteica de la hembra bovina, haciendo especial énfasis en la vaca y en la recuperación de su función reproductiva después del parto.

Consideraciones generales sobre fisiología reproductiva de la vaca en el posparto

Los cambios fisiológicos y los ajustes metabólicos que se presentan en la vaca lechera después del parto, son el mejor ejemplo de la relación que existe entre la nutrición y el comportamiento reproductivo, debido a que durante esta fase se entrelazan varios eventos fisiológicos: máxima producción de leche, involución uterina, retorno de la función del ovario, concepción y desarrollo del embrión.

Es evidente que después del parto en la vaca lechera de alta producción, los requerimientos de nutrientes para la glándula mamaria son prioritarios frente a los tejidos del tracto reproductivo. La figura 1 muestra los enormes cambios en las necesidades diarias de nutrientes de vacas lecheras en diferentes estados productivos. Se observa que para el inicio de la lactancia, las necesidades diarias de energía y proteína se incrementan considerablemente (entre 5 y 10 veces), con relación a los del final de la gestación.

¹ MVZ M.Sc. Programa Nacional de Ecofisiología Animal. CI La Libertad. CORPOICA. AA 3129. Villavicencio

COL 614 / 1709

La situación anterior demuestra la gran magnitud de los ajustes metabólicos que debe realizar la vaca en procura de mantener el crecimiento fetal y la producción de leche y por ende la priorización de funciones para mantener un estado fisiológico determinado.

Estas consideraciones se enmarcan en lo propuesto por Bauman y Currie (1980), quienes fueron los primeros en proponer el concepto de homeorresis con relación a la regulación del metabolismo al final de la gestación y al inicio de la lactancia (fase de transición). El concepto define los cambios coordinados del metabolismo de diferentes tejidos corporales, necesarios para mantener un estado fisiológico dominante.

Las características claves de la regulación homeorrética son su duración, que incluye eventos de largo plazo (horas, días), a diferencia del tiempo requerido para la regulación homeostática (segundos, minutos); actúa simultáneamente en varios tejidos aparentemente no relacionados y su acción se lleva a cabo mediante la alteración de las

respuestas tisulares frente a las señales homeostáticas.

Cambios metabólicos al final de la gestación y al inicio de la lactancia (fase de transición)

La vaca lechera, en las últimas semanas de la gestación y después del parto, debe realizar ajustes metabólicos impresionantes en varios tejidos corporales, con el fin de suministrar los requerimientos de nutrientes para la síntesis de leche en la glándula mamaria (Tabla 1).

Para conseguir este aumento la vaca responde de dos formas: aumentando el consumo de alimento y redistribuyendo los nutrientes absorbidos del tracto gastrointestinal y los movilizados de los tejidos corporales. La posibilidad de aumentar el consumo de alimento se ve limitada en las primeras semanas del posparto, por tanto es necesario ajustar el metabolismo tisular el cual incide apreciablemente en la distribución de ácidos grasos libres (AGL), glucosa y aminoácidos (Bell y Bauman, 1996).

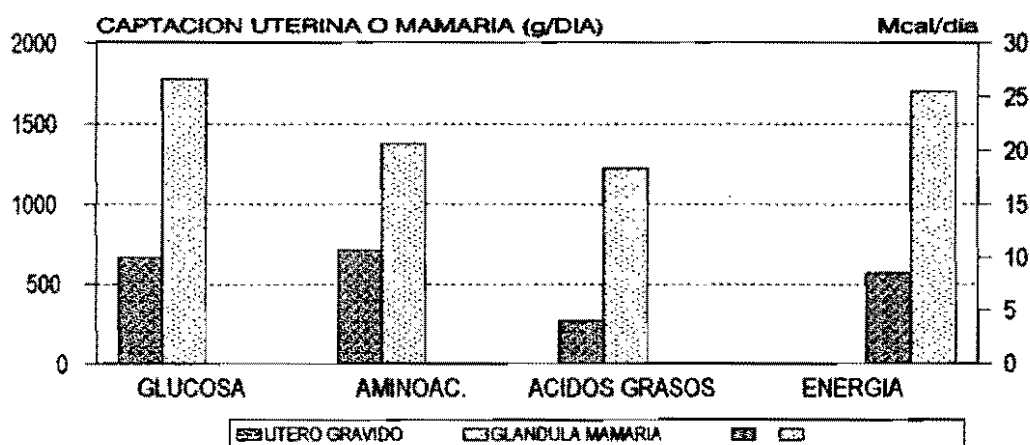


Figura 1 Captación específica de nutrientes y energía por el útero (250 días de gestación) y la glándula mamaria (4 días posparto) en vacas Holstein (Bell, 1996)

Tabla 1: Cambios metabólicos que se presentan con el inicio de la lactancia.

FUNCION	CAMBIO METABOLICO	TEJIDOS INVOLUCRADOS
Síntesis de leche	Aumento en el uso de nutrientes	Glándula mamaria
Metabolismo de lípidos	↑Lipólisis ↓Lipogénesis	Tejido adiposo
Metabolismo de glucosa	↑Gluconeogénesis ↑Glicogenólisis ↓Uso de glucosa ↑Utilización de lípidos como fuente de energía	Higado Tejidos corporales en general
Metabolismo de proteínas	Movilización de reservas de proteínas	Músculo, Higado
Metabolismo mineral	↑Absorción y movilización de minerales	Riñón, Higado, Intestino, Hueso

↑: Aumento

: Disminución

Bauman y Currie, (1980)

Los cambios fisiológicos al final de la gestación se enmarcan en varios aspectos y tienen que ver con: aumento del flujo sanguíneo al útero y del consumo de oxígeno por el feto, útero y placenta (Battaglia y Meschia, 1978; Ferrelly Ford, 1980; Ferrell et al., 1983) y de la utilización de glucosa aminoácidos, lactato y AGL (Jones y Rolph, 1985).

A nivel metabólico se presenta aumento de la gluconeogenesis hepática, reducción de la utilización de glucosa tisular, disminución en la utilización periférica de acetato y un aumento moderado de los AGL (Bell, 1995) Después del parto las modificaciones metabólicas se incrementan en procura de iniciar y mantener la síntesis de leche.

Parte del aumento de la demanda de nutrientes se compensa con el incremento en el consumo de alimento, sin embargo este no acompaña proporcionalmente al súbito aumento de la producción de leche, por tanto en las primeras semanas posparto la vaca entra en un estado negativo de balance de nutrientes, que se estiman en animales de

alta producción de leche, en 7 kg/día de lípidos, 3 kg/día de glucosa y 330 g/día de aminoácidos (Bauman y Currie, 1980; Mephram, 1982). Con el fin de proveer la elevada demanda de nutrientes de la glándula mamaria se presentan alteraciones metabólicas en varios tejidos.

El principal cambio se lleva a cabo en el tejido adiposo donde aumenta la lipólisis (McNamara, 1991).

La movilización masiva de AGL es el principal y más notorio cambio metabólico de la fase de transición en la vaca. Los niveles de AGL se elevan poco después del parto y disminuyen gradualmente en el posparto (Flórez, 1993) (Figura 2).

En este período se presenta supresión de la lipogénesis y de la reesterificación de ácidos grasos en el tejido adiposo. Aproximadamente el 20% de los AGL movilizados se utiliza para la síntesis de grasa de la leche, el resto se metaboliza en el higado y músculo.

Cuando hay exceso en la movilización de AGL, se presenta oxidación incompleta en el hígado, que conlleva a cetogénesis, elevando los cuerpos cetónicos a niveles patológicos (>3 mmol/l). La captación y esterificación de AGL y la limitada capacidad hepática para la

síntesis y secreción de lipoproteínas da como resultado la acumulación de grasa en el hígado (Bell y Bauman, 1996). En casos extremos se presenta una acumulación excesiva, con los consecuentes efectos nocivos en la reproducción.

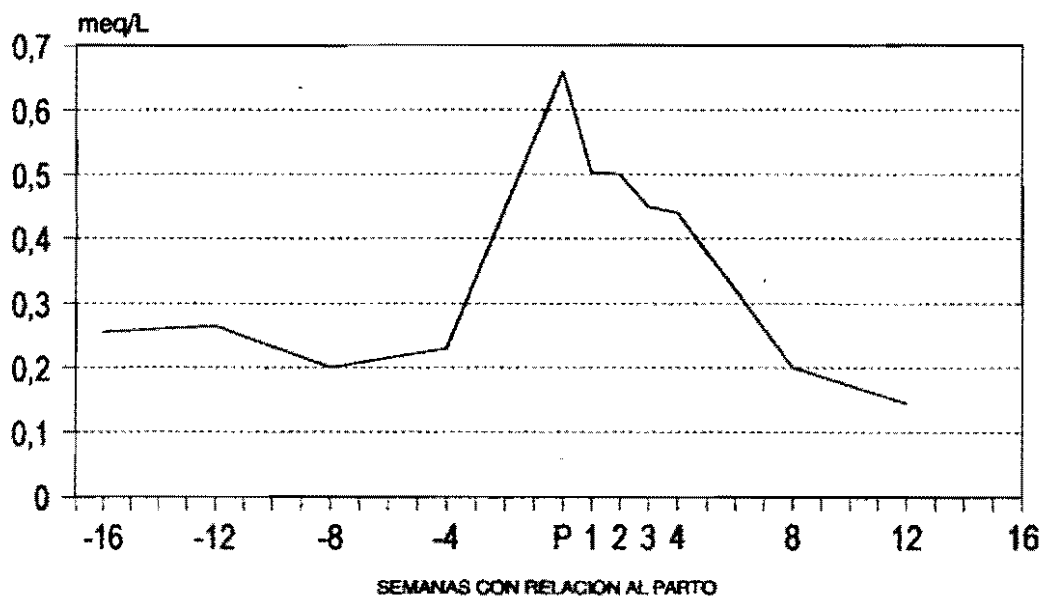


Figura 2. Concentración sérica de Ácidos Grasos Libres en vacas Holstein durante el periparto. (Florez, 1993).

P: PARTO

El metabolismo de carbohidratos después del parto, se asocia con los requerimientos masivos de glucosa por la glándula mamaria, para la síntesis de lactosa, los cuales se estiman aproximadamente en 1800 g/día para vacas que producen 30 kg de leche al día.

Sin embargo asumiendo que la totalidad que del propionato y los aminoácidos estén disponibles para la síntesis de glucosa, estos substratos solo contribuyen con el 66% de los requerimientos (1200 g/día de glucosa).

Otras fuentes de glucosa son el glicerol proveniente de la lipólisis de los triglicéridos y el lactato de origen endógeno o de la dieta.

También se conoce que una opción para la síntesis de glucosa son las reservas de proteína muscular lábil, que se estiman entre 500-600 g/día de aminoácidos en la primera semana de lactancia para una vaca de 30 kg de leche al día (Bell, 1995). En el posparto la mayor fuente de aminoácidos para la síntesis de leche, es el músculo esquelético a través del catabolismo de proteínas.

En contraste en el hígado aumenta la actividad sintética de proteínas y la eficiencia de la utilización de aminoácidos. Los cambios inician al final de la gestación y aumentan significativamente después del parto (Bell, 1995).

También aumenta la masa hepática y el tamaño y la capacidad funcional de otros órganos digestivos, que se requieren para obtener el máximo consumo de alimento y una mayor capacidad digestiva (Bell y Bauman, 1996). El aumento de la síntesis de proteína en el hígado, ocurre cuando el consumo de materia seca y la absorción de aminoácidos es baja (primera semana de lactancia). Este es un ejemplo claro de la respuesta homeorrética previa a un cambio de estado fisiológico.

Todos los cambios descritos anteriormente se encuentran bajo control hormonal, la insulina sérica disminuye mientras que el glucagón aumenta favoreciendo la glucogenesis y cetogenesis hepática y la lipólisis del tejido adiposo. Los glucocorticoides aumentan y la hormona tiroidea disminuye, contribuyendo a la liberación de aminoácidos musculares para la glucogenesis. La hormona del crecimiento (HC) ejerce después del parto un fuerte efecto galactopoiético.

Es un regulador homeorrético primario, que modifica apreciablemente el metabolismo tisular, disminuye la tasa de lipogénesis y la actividad enzimática del tejido adiposo (Bauman y Vernon (1993) citado por Bell, 1995). Afecta las tasas hepáticas de gluconeogénesis y de oxidación, promueve la liberación e inhibe la síntesis de ácidos grasos y aumenta la tasa de deposición proteica en el hígado (Early et al., 1990).

También aumenta la concentración del factor de crecimiento semejante a la insulina tipo I (IGF-I), sin embargo, esta respuesta se reduce en el inicio del posparto y se relaciona con el balance negativo de energía y proteína (Bell y Bauman, 1996). Como se describió anteriormente, se presentan amplias modificaciones metabólicas al final de la gestación, el parto y el inicio de la lactancia.

Cuando estos cambios fisiológicos se presentan en forma inadecuada, el animal sufre estrés, se compromete su bienestar y se presentan desordenes metabólicos y otros estados de enfermedad, que pueden afectar la eficiencia reproductiva después del parto.

Dinámica energética y reactivación de la actividad ovárica posparto

Después del parto, la producción diaria de leche aumenta rápidamente hasta alcanzar un pico generalmente entre la cuarta y octava semana posparto, posteriormente declina gradualmente por el resto de la lactancia. Por su parte el aumento en el consumo de materia seca se retrasa ante el incremento en la producción de leche y alcanza su máximo entre la décima y décima cuarta semana posparto.

Como consecuencia, la energía requerida para la producción de leche, excede a la suministrada por el consumo de materia seca, resultando en un periodo posparto de balance energético negativo (BEN).

Esta situación en vacas lecheras se presenta justo en el tiempo de la reactivación de la función ovárica y determina el tiempo necesario para que se restablezca la actividad reproductiva. La vaca responde mediante la utilización de sus reservas corporales, particularmente los depósitos de grasa subcutánea para conseguir las necesidades energéticas más allá de la cantidad suministrada por la dieta.

La longitud y severidad del déficit en el balance energético depende de la producción diaria de leche, la cantidad de reservas corporales y la tasa de aumento en el consumo de materia seca. A medida que el consumo de materia seca aumenta, se recupera el balance energético.

El exceso en el consumo de energía permite la deposición de grasa al final de la lactancia. Dentro de límites razonables, la utilización de reservas corporales y su reemplazo son componentes normales del ciclo de lactancia.

Una señal metabólica importante para que la actividad ovárica se inicie, es la recuperación del BEN, desde su nivel más bajo (nadir) hacia un balance positivo. Se ha observado que la primera ovulación se presenta aproximadamente 10 a 14 días después del máximo BEN. Al momento de la ovulación el balance energético es negativo pero en todos los casos está retornando hacia un valor de cero.

Se conoce también que existe una relación directa entre el tiempo entre el parto y el máximo nadir y los días a la primera ovulación. En esta relación, las vacas de primer parto presentan un tiempo más largo de la recuperación de la actividad ovárica después del nivel más bajo de BEN, que vacas de dos y más partos (Canfield et al. citado por Butler y Elrod, 1991) explicando en parte el mayor período abierto que se observa en vacas de primer parto.

Varias investigaciones han tratado de establecer mediante que mecanismos el BEN influye en el reinicio de la actividad reproductiva posparto. Actualmente se conoce que su efecto se ejerce en 3 niveles: hipotálamo, hipófisis y ovario.

El balance energético negativo demora el inicio de la actividad ovárica, a través de su efecto inhibitorio sobre el patrón de secreción de la hormona liberadora de hormona luteinizante (HLHL) y de la frecuencia de pulso de la hormona luteinizante (HL) necesaria para que los folículos ováricos se desarrollen hasta el estado preovulatorio (Schillo, 1992).

En vacas lecheras la concentración media y la frecuencia de pulso de la HL aumentan significativamente 3 días después del máximo BEN y se mantiene hasta la primera ovulación. Canfield y Butler (1991), demostraron que vacas lecheras en BEN tienen un patrón de secreción de HL similar, pero ovulan más tarde que vacas en balance energético positivo.

Debido a que el estado nutricional afecta el metabolismo intermediario, es posible que también influya sobre la concentración de HL mediante señales sanguíneas que reflejen este estado. Steiner et al. (1983) citado por Schillo (1992), fueron los primeros en proponer que las concentraciones circulantes de insulina, ciertos aminoácidos y los AGL, actúan como estas señales.

En general, los periodos de subnutrición se asocian con disminución pancreática de la secreción de insulina (Bassett et al., 1971), elevadas concentraciones de AGL (Richards et al. 1989), cambios en la concentración de ciertos aminoácidos (AA), como la tirosina (Bergen, 1979; Hammerl (1986) citado por Schillo, 1992).

Existe evidencia de que la disponibilidad de tirosina o triptófano, como precursores importantes de neurotransmisores, pueden mediar el efecto de la nutrición en la liberación de HL.

La relación de las concentraciones de tirosina o triptófano con el resto de los aminoácidos neutros, se correlaciona altamente, con las concentraciones cerebrales de estos aminoácidos (Padridge (1983) citado por Zurek et al., 1995) así como con la síntesis de neurotransmisores. Las catecolaminas derivadas de la tirosina afectan directamente la liberación de HLHL desde el hipotálamo

(Terasawa et al. (1988) y Weiner et al. (1989) citados por Zurek et al., 1995).

La importancia de la HC y del IGF-I en el control del metabolismo energético, también sugieren que estas hormonas, pueden relacionarse con el efecto de la nutrición en la reproducción. Richards et al. (1991) mencionan que en vacas no gestantes, ni lactantes las concentraciones circulantes de HC e IGF-I disminuyen durante periodos de restricción alimenticia.

De otra parte en vacas lecheras se ha encontrado que la aspartato aminotransferasa (AST) se correlaciona altamente con disminución de la respuesta de la hipófisis a la estimulación con HLHL (Nolan et al., 1988). Grimard et al., (1995), estudiaron el efecto de la restricción de energía en el posparto de vacas para carne lactantes, a las cuales se les suministro el 100% (n = 10) o el 70% (n= 9) de los requerimientos de energía en el posparto.

El suministro de energía después del parto no afectó las características de secreción de HL. Sin embargo se encontró que la frecuencia de pulso de la HL se correlacionó negativamente con las concentraciones de AGL, el día 30 posparto ($R = -0.61$; $P < 0.01$), tiempo durante el cual la movilización de reservas fue alta.

Esta correlación no fue significativa después del día 30 posparto. En los días 40 a 50 posparto, el tamaño de los folículos grandes, se correlacionó negativamente con las concentraciones de AGL ($R = -0.5$; $P < 0.05$).

Las vacas que se suplementaron con el 100% de los requerimientos de energía, tuvieron mayor número y tamaño de los folículos ováricos grandes, que los de vacas

alimentadas con dietas que suministraron el 70% de los requerimientos de energía.

Estos resultados sugieren que cuando no se suministran nutrientes energéticos en cantidades adecuadas, la frecuencia de pulso de la HL se altera después del parto. Además, se confirmó que los AGL en vacas para carne son un buen indicador de los niveles de HL en el posparto.

En este estudio también se confirmó que las vacas de primer parto son más susceptibles a la restricción energética, debido a que presentaron menor secreción de HL y su desarrollo folicular ovárico fue menor con relación a los de vacas de varios partos.

Con el fin de conocer otras vías metabólicas del control de la activación de la función del ovario después del parto, Zurek et al. (1995), estudiaron la relación entre el balance energético (BE) de vacas lecheras después del parto y el intervalo a la primera ovulación, teniendo en cuenta los cambios catabólicos en el músculo esquelético, medidos mediante la concentración plasmática de 3-Metilhistidina (3-MH).

Así mismo investigaron una posible asociación de 3-MH, AST plasmática, IGF-I y los AA neutros, con la reactivación de la función reproductiva y los perfiles secretorios de la HL durante el inicio de posparto. Los altos valores de actividad de la AST que se encontraron después del parto, se asociaron inversamente con el BE y directamente con la 3-MH.

La actividad de la enzima disminuyó significativamente 9 a 12 días antes de la ovulación.

La disminución de la AST también indica que el mayor cambio en la disponibilidad de propionato y por ende de glucosa, se presenta 12 días antes de la ovulación. El propionato desencadena un incremento en la insulina, la cual a su vez es necesaria para estimular los receptores de IGF-I, permitiendo que este último actúe como una posible señal metabólica.

También se encontró que la AST se correlacionó negativamente con la frecuencia de pulso de la HL durante el anestro posparto, demostrando la importancia del ahorro de AA para la generación de glucosa, evento crucial para el inicio de la actividad reproductiva. Esta información indica la importancia del aumento de la disponibilidad de combustibles metabólicos, principalmente glucosa, el cual se ha relacionado con alteración de la concentración de HL (Schillo, 1992).

La tirosina se correlacionó positivamente con la actividad del pulso generador HLHL y HL, durante el anestro posparto. La correlación significativa entre el porcentaje de tirosina y la frecuencia de pulso de la HL pueden explicar cambios en el estado metabólico, suficientes para restaurar el pulso hipotalámico de HLHL y generar la ovulación, pero insuficiente para proveer un ambiente adecuado para la síntesis de progesterona, la cual es necesaria para la retroalimentación negativa sobre la HL.

Las vacas que tuvieron la primera ovulación posparto más pronto presentaron bajos niveles de IGF-I, sugiriendo que esta hormona no hace parte de las señales metabólicas necesarias para la reactivación ovárica después del parto, esto también sugiere que el IGF-I puede actuar más como mediador, que como una señal metabólica final, ya que

fué asociada positivamente con la frecuencia de pulso de la HL (Zurek et al., 1995).

En conclusión se encontró que la disminución en la utilización de AA para la producción de glucosa durante el anestro posparto, se asoció con la cercanía de la ovulación y el aumento de la secreción de HL.

En igual forma las concentraciones plasmáticas de tirosina participaron en el mecanismo de liberación de HLHL y HL y por ende en la función del eje hipotálamo, hipófisis que controla la función ovárica en el posparto de la vaca lechera.

En vacas para carne también se ha tratado de estudiar la relación entre la energía y el anestro posparto. Stagg et al. (1995) estudiaron el desarrollo folicular en vacas para carne en anestro y bajo amamantamiento alimentadas con dietas altas y bajas en energía.

Las vacas subnutridas tienden a tener más ($P = 0.09$) folículos dominantes de tamaño medio antes de la primera ovulación. El número total de ondas foliculares antes de la primera ovulación fue de 10.6 ± 1.2 y 6.8 ± 1.2 ($P < 0.05$) para vacas alimentadas con dietas bajas y altas en energía, respectivamente.

El intervalo medio desde el parto a la primera ovulación fue mayor para vacas con baja energía (95 ± 12 días) que con alta energía (70 ± 12 días) ($P < 0.05$). No se encontraron cambios en el crecimiento, diámetro, persistencia y regresión de los folículos dominantes según el tipo de dieta.

El 100% de las vacas alimentadas con la dieta de bajo nivel energético tuvieron un ciclo corto después de la primera ovulación mientras que solo el 66.6% de las vacas con el nivel alto de energía tuvieron ciclos cortos.

Los resultados muestran que el problema del anestro posparto prolongado en vacas para carne se debe a fallas en la ovulación del folículo dominante, más que a una carencia de su desarrollo.

Con el fin de ampliar el conocimiento de los mecanismos hormonales responsables del anestro posparto en vacas para carne, Burns et al. (1997) estudiaron el efecto de la restricción de energía en las concentraciones de IGF-I, desarrollo folicular y del cuerpo lúteo y las características de las células luteales, durante el ciclo estral antes del anestro por subalimentación. Veinte vacas Angus o Hereford se asignaron a uno de dos niveles de energía en la dieta.

Las vacas control se alimentaron para que ganaran 0.25 kg. de peso corporal por día y las vacas con restricción en el consumo de energía para que perdieran 1.0 kg. por día. Los folículos ovulatorios y el cuerpo lúteo (CL), fueron de menor tamaño, en vacas a las que se les restringió la energía de la dieta comparados con animales control.

Así mismo disminuyó el crecimiento del folículo ovulatorio. La concentración diaria de IGF-I fue menor en animales bajo restricción que desarrollaron cuerpos luteos subfuncionales. Este efecto ocasionó disminución de las células de la granulosa, dando como resultado folículos ovulatorios de menor tamaño y como consecuencia cuerpos lúteos pequeños con menor producción de progesterona.

Otro factor relacionado con el desarrollo del CL subfuncional son las proteínas de transporte y mediación de la acción tisular del IGF-I. Se ha establecido que novillas en BEN aumentan la concentración de la proteína de unión tipo 2 del IGF-I (Vandehaar et al. 1995).

Esta proteína disminuye la biodisponibilidad del IGF-I en el ovario afectando la función del CL (Sicsak et al. (1990) citado por Burns et al. 1997). En el bovino y otros animales se presenta alteración del eje HC:IGF:Proteínas de unión del IGF en respuesta al estrés nutricional.

Es posible que la alteración de la función de estos mecanismos hormonales, sean un factor a través del cual el hipotálamo perciba los cambios en el estado metabólico.

Complementando este último aspecto, Roberts et al. (1997) determinaron si las concentraciones séricas de HC, IGF-I y las IGFBP en la segunda y décima semana posparto se relacionaron con la habilidad de vacas para carne para reactivar su función reproductiva cuando se someten a un ambiente con restricciones nutricionales.

Las vacas recibieron 130 kcal (n = 14) o 170 kcal (n = 15) de energía metabolizable (EM) en el periodo seco y 170 kcal y 230 kcal de EM durante la lactancia por un periodo de 4.1 años antes de la evaluación. La proporción de vacas que reactivaron los ciclos estrales en las primeras 20 semanas después del parto, fue menor en el grupo subalimentado (5 de 14) que en el grupo de alta energía (11 de 15).

La concentración de IGF-I aumentó entre la segunda y décima semana en vacas que presentaron estro, pero no en vacas que permanecen en anestro y es baja en la segunda y décima semana en vacas que permanecen en anestro comparada con vacas que presentan estro. ($P < 0.05$).

Los niveles circulantes de IGFBP-2 en la segunda semana fueron mayores y la concentración de IGFBP-3 fue menor en vacas que permanecen en anestro,

comparadas con vacas que presentan estro. Las vacas con el nivel bajo de energía que presentaron anestro tienen la menor condición corporal y la mayor concentración de HC comparadas con otras vacas. ($P < 0.05$).

En el nivel alto de alimentación, la condición corporal y la concentración de HC no difieren entre vacas en anestro o en estro. Las concentraciones circulantes de IGF-1 y IGFBP tipo 2 y 3 en la segunda semana posparto son indicadores de la capacidad de reactivación de la ciclicidad ovárica en vacas con restricción de la energía de la dieta. En conjunto estos resultados indican que el sistema IGF puede regular la función hipotalámica e hipofisiaria y que el sistema hipofisiario de IGF se regula mediante las hormonas ováricas e hipotalámicas.

De esta forma los niveles circulantes o los componentes producidos localmente del sistema IGF, pueden suministrar los mecanismos por el cual los cambios en el estado metabólico son percibidos por el eje hipotálamo:hipófisis, responsable de la regulación de la función reproductiva en el posparto.

Después de que se ha recuperado la actividad ovárica es posible que el balance energético negativo, afecte la reproducción. Las vacas que permanecen en anestro por más de 63 días posparto, consumen menos alimento, pierden más peso corporal y producen menos leche, obteniendo un estado energético más negativo que las vacas que recuperan su actividad ovárica más pronto (Butler y Elrod, 1991).

También se ha encontrado que la duración de BEN en los primeros días del posparto ejerce un efecto de arrastre en la producción de progesterona por el CL durante el segundo y tercer ciclo estral después del parto (Villa-

Godoy et al., 1988). Esto podría afectar la fertilidad de la vaca posparto a pesar de recuperar su actividad reproductiva, ya que se conoce que la fertilidad mejora progresivamente en los 3 primeros ciclos estrales (Butler y Smith, 1989) y que la concentración de progesterona durante estos ciclos se relaciona con el balance energético y el consumo de materia seca (Villa-Godoy et al., 1988).

De esta forma, el BEN durante las tres primeras semanas posparto determina el tiempo del reinicio de los ciclos estrales y también, si es de larga duración afecta la fertilidad de la vaca. Las señales metabólicas y hormonales que determinan el efecto adverso del BEN, se describieron anteriormente.

Efecto del suministro de grasa en la dieta sobre el comportamiento reproductivo de la vaca

Debido a los efectos negativos del BEN en la producción de leche y el comportamiento reproductivo, es de gran interés el estudio de los lípidos (grasas) de la dieta, particularmente durante las primeras semanas de lactancia, cuando el consumo de materia seca es bajo.

Una estrategia común que se utiliza es la inclusión de grasa adicional en la dieta, con el fin de aumentar la densidad energética de la ración, para tratar de compensar la disminución del consumo de materia seca.

El objetivo de esta estrategia es reducir el grado de BEN y por tanto minimizar la movilización de reservas corporales. El papel de los lípidos en la eficiencia reproductiva no solo se basa en su utilización como sustratos energéticos y por lo tanto en el balance energético (BE), si no también como

metabolitos que actúan directamente sobre el ovario. El metabolito que se relaciona directamente con la función ovárica es el colesterol. Este es el precursor de la producción de esteroides ováricos, como el estradiol y la progesterona. Esta producción es necesaria para la ovulación y la preparación del útero para la implantación y el desarrollo del embrión (Butler y Elrod, 1991).

El hígado y el intestino delgado son los principales sitios de síntesis del colesterol y el colesterol utilizado para la síntesis de esteroides ováricos proviene de la síntesis de novo celular a partir del acetato o de la captación del colesterol de las lipoproteínas (Grummer y Carroll, 1988).

La grasa de la dieta también incide en la eficiencia reproductiva de ganado lechero, debido a la necesidad de ácidos grasos esenciales, para la síntesis de prostaglandinas y el aumento de la esteroidogénesis del CL. Lucy et al. (1990), proponen que la deficiencia de ácidos grasos esenciales ocurre en la vaca después del parto y que el suministro de ácido linoleico puede mejorar la eficiencia reproductiva.

Estos mismos autores demostraron que la infusión intravenosa de emulsión de soya (fuente de ácidos grasos esenciales) a vacas lecheras en el posparto, aumenta la concentración plasmática de prostaglandina F₂(PGF_{2α}), y el número de folículos (6.0 vs 2.0), el diámetro del folículo ovulatorio (10.2 vs 7.0 mm) y el diámetro folicular acumulado (31.0 vs 10.8 mm).

Parece ser que el efecto de aumento de PGF_{2α} se debe a un efecto indirecto, ya que el aumento se presenta 24 horas después de iniciado el tratamiento, mientras que se necesitan varios días para que la

suplementación de ácido linoleico aumente la concentración de PGF₂ (Grummer y Carroll, 1991). También se ha encontrado aumento del desarrollo folicular cuando a vacas después del parto se le suministraron 454 g/d de sal de calcio de ácidos grasos de cadena larga, de aceite de palma. (Lucy et al. (1989) citados por Grummer y Carroll, 1991).

Este comportamiento se presenta a pesar de que la concentración de metabolitos de prostaglandina (PGFM) es igual entre vacas control y suplementadas, probablemente por el bajo contenido de ácido linoleico de las sales de calcio. Los resultados suponen que el incremento en el desarrollo folicular no depende del incremento en la concentración plasmática de PGFM y puede estar relacionado con el mejor balance energético debido a la suplementación de grasa.

Aumento de la esteroidogénesis del cuerpo luteo en vacas suplementadas con grasa.

En la vaca una elevada concentración de progesterona antes y después de la concepción se ha relacionado con una alta fertilidad (Bulman y Lamming 1978; Fonseca et al., 1983). El colesterol plasmático es un precursor para la síntesis de progesterona del cuerpo luteo. El colesterol plasmático se une a las lipoproteínas de baja densidad (LBD) y la lipoproteína de alta densidad (LAD). En el bovino la principal fuente de colesterol son las LAD (90 al 95%).

Es posible por tanto que el colesterol de las LAD sea la mayor fuente para la síntesis de esteroides en el ovario. El suministro de grasa en la dieta de vacas casi siempre incrementa el colesterol plasmático, lo que va aumentando la concentración plasmática de progesterona.

Williams (1989) suministro dietas con y sin semilla de algodón entera (30% del consumo de materia seca) a vacas Brahman bajo pastoreo y amamantamiento. En la tercera semana después del parto, los terneros se retiraron y a las vacas se les suministró el factor liberador de gonadotropinas para inducir la ovulación. Las vacas suplementadas, tuvieron concentraciones de colesterol, superiores y después del día 5 de la inyección, alta concentración de progesterona plasmática.

El tiempo de vida media del cuerpo luteo de las vacas bajo suplementación, fue dos veces mayor. Por su parte, Carroll et al. (1990), alimentaron vacas lecheras con ácidos grasos de cadena larga, desde el parto hasta los 100 días de lactancia y encontraron aumento del 25% del colesterol plasmático en la tercera semana posparto y del 37% en la décima segunda semana.

La progesterona aumentó durante la fase luteal del segundo y tercer ciclo posparto en vacas alimentadas con lípidos. A pesar de esto, no se observaron diferencias en la eficiencia reproductiva. Lo que concluye para este trabajo, que no existe relación entre el nivel de progesterona y el comportamiento reproductivo.

Son et al. (1996), estudiaron el efecto de la suplementación de cebo (3 vs. 0%) en vez de grano y una proporción de proteína no degradable (5% harina de plumas y sangre 85:15 con base en la materia seca vs 0%) en la producción de leche y la eficiencia reproductiva en vacas en la primera fase de lactancia.

Encontraron que la concentración de colesterol fue mayor para vacas alimentadas con la dieta de alto nivel de grasa en

comparación de vacas con dietas de bajo contenido. (301.95 vs 274.25 mg/dl; $P < 0.05$). Las vacas alimentadas con la dieta alta en grasa tienden a tener mayor concentración de progesterona plasmática (P_4) que a las vacas que se les suministró una dieta baja en grasa durante toda la fase experimental (4.76 vs 4.16 nmol/l; $P = 0.08$) y en la fase luteal después de la primera inseminación artificial (8.45 vs 6.91 nmol/l; $P = 0.10$).

Únicamente el pico de P_4 en el segundo ciclo ovulatorio se correlacionó ($R = 0.97$) con el colesterol total plasmático. No se presentaron diferencias en el colesterol en la primera y segunda ovulación y al primer servicio entre vacas alimentadas con diferentes dietas. Las vacas alimentadas con dietas de alto contenido de grasa y proteína sobrepasante, mostraron mayor tasa de concepción al primer servicio (66.7 vs 30.06%) y la tasa de preñez a los 98 días de lactancia tiende a ser mayor (61.75 vs 44.15%) en vacas suplementadas con grasa.

A pesar de que se encontró una relación directa entre el suministro de grasa y la concentración de colesterol total y que este último se correlaciono altamente con el nivel de P_4 en el segundo ciclo ovulatorio, los cambios observados no explican en su totalidad las elevadas tasas de concepción que se encontraron en vacas que se suplementaron con dietas que contenían alto nivel de grasa y proteína sobrepasante.

Para aclarar un poco más la relación entre el suministro de grasa en la dieta y el metabolismo folicular, Lammoglia et al. (1996) evaluaron en vacas Brahman el efecto del suministro de grasa en la dieta (3.74%, 5.20% y 6.55% de grasa en la ración, con alto contenido de ácido oleico y linoleico), en la concentración de progesterona, 17-(estradiol,

13-14 dihidro-15-ceto prostaglandina $F2\alpha$), colesterol y desarrollo folicular posparto. Las vacas suplementadas con el 5.20 de grasa tuvieron la menor concentración de P_4 . La concentración de colesterol fue mayor en vacas que recibieron 6.55% de grasa frente a los otros grupos ($P < 0.04$). Las PGFM tienden a ser mayores ($P = 0.10$) en vacas que recibieron 3.74% de grasa, posiblemente debido a un aumento en el precursor de la $PGF2\alpha$, el cual puede aumentar la síntesis de la prostaglandina.

Las vacas que recibieron una dieta con el 5.20% de grasa tienen mayor número de folículos totales (5.4 vs 3.0) folículos pequeños (3.4 vs 2.0) y de tamaño medio (1.7 vs 0.8), que vacas que reciben 3.74% de grasa en la dieta. ($P < 0.04$). Además estas vacas tienen mayor tamaño de folículo mayor (8.0 vs 5.7 mm) ($P < 0.05$). Sin embargo este comportamiento no se relacionó con el contenido de colesterol ya que este grupo de tratamiento no tuvo la mayor concentración.

Los ácidos grasos de cadena larga además de incrementar el colesterol también incrementan el propionato, disminuyen la producción de acetato y aumentan la gluconeogenesis hepática, por lo tanto un aumento de la producción de glucosa, puede ser un factor importante que afecta el número y tamaño de los folículos ováricos, mediante su efecto benéfico sobre el BE (Lammoglia, 1996).

Para ampliar el conocimiento sobre el efecto del consumo de grasa en la dieta que contiene alta concentración de ácidos grasos de cadena larga, en el desarrollo folicular, composición de las células foliculares y los niveles hormonales del plasma y el fluido folicular, durante el ciclo estral, Lammoglia et al. (1997), evaluaron 19 vacas Cebú Brahman

a las cuales se les suministraron dietas con 3.74% y 5.20% de grasa (como suplemento salvado de arroz) durante dos ciclos estrales. Las vacas alimentadas con el nivel alto de grasa tuvieron mayor concentración de estradiol en el primer ciclo estral y mayor concentración de progesterona en el segundo ciclo estral que las vacas alimentadas con el nivel bajo en grasa. ($P < 0.01$).

Así mismo las vacas suplementadas presentaron mayor concentración de insulina ($P < 0.01$) después de 16 días de tratamiento, pero la HC y los triglicéridos no presentaron diferencias entre tratamientos ($P < 0.10$). Las vacas tratadas tienen mayor concentración de PGFM que las control. El colesterol total se incrementó el día 7 del primer ciclo estral. Las vacas suplementadas tienden a tener mayor población folicular durante la primera onda ovulatoria del primero y segundo ciclo estral.

El tratamiento no afectó la concentración de progesterona, estradiol, testosterona, colesterol, y triglicéridos en el fluido folicular. En conclusión se observó que la inclusión de salvado de arroz para elevar el contenido de grasa de la dieta (5.20%) de vacas Cebú Brahman influye en el perfil endocrino y el desarrollo folicular, pero no se conoce su posible efecto sobre el comportamiento reproductivo.

Impacto de la deficiencia de proteína sobre la fertilidad y reproducción de vacas para carne

Las Tablas 2 y 3 muestran investigaciones en que la fertilidad de novillas y vacas para carne se ve afectada por el consumo de proteína antes y después del parto. Los resultados demuestran que animales que tienen bajo consumo de proteína gestación (50-80% de los requerimientos) durante la gestación y el

posparto en dietas con diferentes niveles de energía, tienen bajas tasas de preñez y de concepción al primer servicio, en comparación con animales que reciben dietas con contenidos adecuados de proteína (100% de

los requerimientos) (Randel, 1990). Se debe mencionar que las dietas utilizadas en estas investigaciones, no son isocalóricas y que la información involucra el efecto de las diferencias en el consumo de energía

Tabla 2: Efecto de la suplementación posparto de proteína cruda sobre las tasas de gestación de vacas en mamantamiento

PROTEINA-DIETA		P	AUTOR
ADECUADA*	INADECUADA**		
85 ^a	71	<0.11	Wetternann et al., 1980
91	80	-	Clanton, 1982
93	86	-	Clanton, 1982
92	76	>0.10	Rasby et al., 1982
58	21	<0.02	Mobley et al., 1983
84	12	<0.01	Garmendia et al., 1984
39	12	<0.07	Selk et al., 1985
92	80	>0.10	Selk et al., 1985
88	56	<0.11	Fleck y Lusby, 1986

a: Porcentaje de preñez.

* 100% de los requerimientos

** 50 - 80% de los requerimientos

Fuente: Randel, 1990

Tabla 3: Efecto de la suplementación posparto de proteína cruda sobre las tasas de gestación de vacas lactantes.

PROTEINA-DIETA		P	AUTOR
ADECUADA*	INADECUADA**		
94 ^a	44	<0.05	Forero et al., 1980
96	82	<0.03	Cantrell et al., 1982
91	71	<0.01	Kropp et al., 1983
92	77	<0.01	Hancock et al., 1984
95	80	<0.01	Hancock et al., 1985
79	50	<0.01	Rakestraw et al., 1986
87	65	>0.10	Rakestraw et al., 1986
89	85	>0.10	Rakestraw et al., 1986

a: Porcentaje de preñez

* 100 % de los requerimientos

** 50-80% de los requerimientos

Fuente: Randel 1990.

Sasser et al. (1988) fueron los primeros en demostrar el efecto de la deficiencia de proteína cruda sobre la eficiencia reproductiva de vacas para carne, cuando el nivel de energía de la ración es adecuado (dietas isocalóricas).

Para ello utilizaron 40 novillas que se asignaron al azar a 2 dietas que contenían 0.96 kg (adecuada) y 0.32 kg (deficiente) de proteína cruda por cabeza por día. Los animales fueron alimentados individualmente entre los 150 días antes y los 40 días después del parto. Este estudio demostró que el tipo

de dieta no tuvo ningún efecto sobre el número de vacas con folículos palpables el día 40 posparto, ni con el tiempo necesario para la involución uterina; pero se observó que una dieta baja en proteína cruda, produce disminución de la ganancia de peso antes y después del parto, disminución del porcentaje de novillas que muestran estro dentro de los primeros 110 días posparto, caída de las tasas de concepción al primer servicio y la tasa de concepción total, aumento de los intervalos entre el parto y el primer estro posparto y a la concepción (Tabla 4).

Tabla 4: Parámetros reproductivos de vacas de carne alimentadas con dietas adecuadas y deficientes en proteína cruda (PC).

INTERVALO PARTO A	PROTEINA - DIETA	
	ADECUADA*	DEFICIENTE**
	No. DIAS	
Presencia primer folículo	24.9 ± 1.4	26.2 ± 1.4
Involución uterina	33.7 ± 0.9	32.5 ± 0.9
Primer estro	74.8 ± 4.5 a	86.4 ± 3.8 b
Primer servicio	80.3 ± 1.1 c	88.5 ± 3.1 a
Concepción	86.5 ± 3.7 a	92.2 ± 4.7 b

a, b: Valores para días en la misma fila difieren ($P < 0.08$)

c, d: Valores para días en la misma fila difieren ($P < 0.09$)

* 0.96 kg PC/animal/día

** 0.32 kg PC/animal/día

Fuente: Sasser et al., 1988

Es posible que la restricción proteica prolongada, de como resultado una disminución en la ingestión, digestión de nutrientes y afecte la distribución de nutrientes corporales ocasione una deficiencia de energía.

La deficiencia de proteína y energía en el preparto y posparto, no solo reduce la presentación de estro sino que también demora la aparición de este y disminuye la

tasa de gestación de los animales que muestran actividad ovárica.

Efecto de la deficiencia de proteína de la dieta sobre la función de la hipófisis y el hipotálamo

Las vacas lactantes que sufren de subnutrición tienen largos períodos de inactividad ovárica.

La recuperación de la actividad reproductiva posparto depende de que el animal se

La recuperación de la actividad reproductiva posparto depende de que el animal se recupere del efecto hormonal de la gestación previa, escape de la inhibición del amamantamiento para la secreción de gonadotropinas, inicie el desarrollo folicular, presente estrógeno con ovulación y que haya un período de vida adecuado del cuerpo lúteo para el reconocimiento materno de la preñez (Malven (1984) citado por Randel, 1990).

Nolan et al. (1988) desarrollaron un experimento para determinar los efectos de la restricción del consumo de proteína cruda sobre la HL, el contenido de HL y de la hormona foliculoestimulante (FSH) en la hipófisis, así como del número de receptores de la HLHL en la hipófisis y la respuesta de esta a la HLHL y los estrógenos (E_2).

La investigación se realizó utilizando 56 vacas para carne de primer parto que fueron asignadas a cuatro grupos de tratamiento: consumo adecuado (A: 0.90 kg/d) y deficiente (D: 0.32 kg/d.), comenzando el día 90, 60 y 30 antes de la fecha estimada de parto. En el posparto las vacas se mantuvieron con las mismas dietas, pero el suministro de alimento aumentó 33%, con el fin de ajustarse a las demandas de la lactancia.

Las dietas fueron isocalóricas y aportaron el 100% de requerimientos de energía. Se demostró que no hubo diferencias entre tratamientos ($P > 0.10$) para la frecuencia, amplitud y concentraciones medias y basales de HL. Pero el incremento de la frecuencia y amplitud de pulso de HL a medida que el período posparto aumenta, no se presentó en vacas alimentadas con dietas deficientes en proteína cruda.

Esto supone un mayor tiempo para el retorno de la ciclicidad posparto de animales subnutridos y explica la demora en la

presentación del estrógeno que reporta Sasser et al. (1988) para vacas alimentadas con dietas deficientes en proteína cruda. La dieta no tuvo efecto sobre el número de receptores a HLHL en la hipófisis ($P > 0.10$). La concentración de HL y FSH en la hipófisis fue mayor en vacas que se alimentaron con dietas deficientes en proteína.

Esta elevada concentración de gonadotropinas en vacas con deficiencia de proteína, posiblemente indique una disminución de su secreción durante los primeros 60 días posparto. La disminución en la liberación pulsátil de HL en estas vacas, a pesar de poseer niveles adecuados de gonadotropinas, sugiere falta de estímulo del hipotálamo y/o carencia de respuesta verdadera de la hipófisis a la HL; sin embargo la presencia de pulsos de HL en estas vacas, es una evidencia de que la glándula responde a la estimulación con HLHL aunque no adecuadamente.

Esto implica, que el grado de estimulación hipotalámica difiere entre vacas alimentadas adecuadamente y vacas con deficiencias de proteína cruda. El tiempo entre la estimulación con HLHL exógena y la generación de pico de HL también se afectó con la dieta ($P < 0.05$). Las vacas deficientes en proteína responden más rápido a la HLHL que vacas bien alimentadas.

Sin embargo, la cantidad total de HL liberada, fue mayor en animales alimentados adecuadamente que en vacas con deficiencia de proteína cruda. Además esta respuesta solo se incrementa con los días posparto, en vacas con niveles adecuados de proteína.

En resumen se puede afirmar que el consumo de dietas con bajos niveles de proteína cruda, conducen a una disminución de la liberación pulsátil de HL, lo que ocasiona un aumento de

la concentración de gonadotropina en la hipófisis; aunque la hormona pueda liberarse por medio de estímulos adecuados (HLHL exógena). Lo anterior parece indicar que la liberación hipotalámica de HLHL se disminuye o que existe una carencia funcional de los receptores de esta hormona en la hipófisis.

Los estudios previos también sugieren alteración de la respuesta del hipotálamo ante los estrógenos. Esta falla puede ser el resultado de la carencia de receptores de E₂ o falta de síntesis, almacenamiento y secreción de HLHL dentro del hipotálamo (Nolan et al., 1988; Randel, 1990).

Efecto de las fracciones degradable y no degradable de proteína sobre la fertilidad y eficiencia reproductiva de la vaca

Las investigaciones descritas anteriormente no tuvieron en cuenta la proporción de proteína degradable en la dieta y su relación con la fertilidad. Wiley et al. (1991), diseñaron un experimento en novillas para carne, con el fin de evaluar el efecto de la restricción de nutrientes durante el último tercio de la gestación y el de la proteína no degradable, sobre la eficiencia reproductiva en el periodo posparto. 71 novillas gestantes se dividieron en dos grupos de alimentación (nutrición moderada y baja nutrición).

Después del parto 16 novillas de cada grupo (32 en total) se asignaron a dos tratamientos (con y sin proteína no degradable). Los suplementos utilizados fueron isoenergéticos e isonitrogenados, formulados para que suministraran 250 g/d. de proteína degradable.

El otro suplemento se calculó para que suministrara 250 g/d adicionales de proteína sobrepasante. El suministro de proteína degradable en el posparto, aumenta la

ganancia de peso y la eficiencia reproductiva de estos animales a pesar del nivel de nutrición en la gestación.

Cuando se suministró un nivel nutricional bajo durante el parto, se afectó el número de vacas que mostraron estró (31.2 vs 71.8 %) antes de la época de montas (monta estacional); sin embargo, las tasas de concepción de vacas servidas durante los primeros 21 días del apareamiento, no cambió con los tratamientos (84.7 vs 81.6 %).

La información presentada supone que cuando se suministra en el posparto a vacas con condición corporal baja o moderada, una fuente de proteína sobrepasante se mejora la eficiencia reproductiva en comparación con vacas manejadas tradicionalmente.

En este experimento se estimó también la concentración de insulina. Las novillas subalimentadas mostraron baja concentración de insulina en el parto y posparto (0.43 vs 0.53 ng/ml). Butler y Canfield (1989), sugieren que la insulina ejerce acción sobre el ovario en forma similar que las gonadotropinas hipofisarias.

La insulina estimula la producción de estrógenos y aumenta la unión de la HL a su receptor. Por tanto, el aumento de la concentración de insulina en vacas, puede aumentar la respuesta ovárica a los pulsos y frecuencia de HL en comparación con vacas que presentan bajos niveles de insulina y frecuencia de pulso de HL similar.

Con la evidencia anterior, se puede especular que los cambios observados en el comportamiento reproductivo son mediados en parte a través de la insulina. Las vacas que sufren subnutrición en la gestación y lactancia, novillas de los dos grupos para suplir la deficiencia de nutrientes, estos

animales por lo general muestran bajas concentraciones de insulina.

En estas condiciones, el ovario puede requerir mayor tiempo para responder al estímulo hormonal, lo que conlleva a un anestro posparto prolongado. Pero, cuando se suministra una fuente adicional de proteína no degradable, a pesar de la condición corporal de la vaca, se puede estimular la secreción pancreática de insulina (Kaneko, 1989) y por ende la reactivación ovárica.

El aumento de la concentración de insulina puede mejorar la distribución de nutrientes hacia los tejidos corporales, lo que se refleja en incremento de la ganancia de peso corporal y reducción de la producción de leche (Wiley et al. 1991). Esta respuesta se observa mejor en vacas con baja condición corporal, ya que estas responden mejor que vacas con mayor condición (McCann y Reimers, 1985).

La proteína no degradable suministrada en el posparto puede actuar como catalizador de la actividad hormonal y metabólica y como Nutriente que satisface los requerimientos de proteína, para producción de leche y ganancia de peso. Hace pocos años, Triples et al. (1995) estudiaron en 80 vacas de primer parto y 51 vacas multíparas cebú Brahman en pastoreo, el efecto del suministro de proteína no degradable en la eficiencia reproductiva.

Entre los días 7 y 119 posparto se suministraron suplementos proteicos que contenían 38.1% (Bajo) 56.3% (Medio) y 75.6% (Alto) de proteína no degradable. La información que se obtuvo demostró que el porcentaje de hembras con ciclos estrales normales y cuerpo luteo funcional fue mayor en el grupo alimentado con el nivel medio de proteína no degradable (65%) frente a las del nivel bajo (32%) y tiende a ser mayor que el

de hembras que consumieron el nivel alto de proteína (55%).

El porcentaje de hembras con estros silenciosos fue mayor en el grupo con bajo nivel de proteína (15.38%). La tasa de concepción al primer servicio fue mayor en las vacas alimentadas con el nivel medio (57.58%) que en vacas alimentadas con el nivel bajo (29.17%) y no difiere significativamente del nivel alto (54.55%); ($P > .05$).

El porcentaje de hembras en anestro durante la época de apareamiento fue mayor entre las hembras que consumieron el suplemento con bajo contenido de proteína (35.14%) que el de las vacas que consumieron el nivel medio (15.38%); o el nivel alto (15.38%) ($P < 0.05$).

Sin embargo no hubo diferencias en las tasas de preñez entre los 3 grupos de tratamiento ($P > 0.05$) (Tabla 5). También se encontró que el porcentaje de hembras que no estuvieron listas para la inseminación artificial durante el periodo de apareamiento, fue mayor para vacas que consumieron el suplemento con bajo nivel de proteína sobrepasante, con relación a las que consumieron un nivel medio alto. La mayoría de las vacas que no se inseminaron (19 de 23) fueron de primer parto.

Entre los días 7 y 119 posparto se suministraron suplementos proteicos que contenían 38.1% (bajo) 56.3% (Medio) y 75.6% (Alto) de proteína no degradable.

Tabla 5: Tasas de concepción al primer servicio, tasas de preñez pos-inseminación y tasas totales de preñez de vacas Cebú Brahman según el nivel de proteína sobrepasante en la ración.

VARIABLE	PNDB	PNDM	PNDA
Tasa de concepción primer servicio %	29.17 a, b	57.58 a	54.55 b
Tasa de preñez, si se inseminación %	56.67	72.73	66.67
Tasa de preñez total %	43.24	61.54	56.41

a: diferencias con letras iguales ($P < 0.04$)

b: diferencias con letras iguales ($P < 0.06$)

PNDB: Proteína no degradable baja

PNDM: Proteína no degradable media

PNDA: Proteína no degradable alta

Modificado de Triples et al., 1995

Impacto del exceso de proteína sobre la fertilidad y reproducción de vacas lecheras

En las Tablas 6 y 7, se observa el efecto del exceso de proteína de la dieta sobre los servicios por concepción (SC) y días abiertos (DA) de vacas lecheras. Los reportes de Jordan y Swason y Folman et al., muestran una tendencia al aumento de los SC y DA a medida que se aumenta la proteína de la ración.

Entre tanto las investigaciones de Howard et al., y Aalseth et al., indican que no existe efecto del exceso de proteína sobre los parámetros de fertilidad. Los factores que explican estas inconsistencias no han sido definidos en su totalidad, pero se sabe que son importantes la edad de la vaca y la degradabilidad de la proteína en la dieta (Gaines, 1989). Buttler y Elrod (1991), utilizaron como modelo animal a novillas Holstein, para evaluar los efectos del exceso de proteína no degradable sobre la fertilidad.

Esto permite estudiar esta relación sin los efectos confundidos de la involución e infecciones uterinas u otros problemas

metabólicos y reproductivos. Se utilizaron 80 novillas (40 por tratamiento).

Las dietas se ajustaron para suplir los requerimientos de proteína no degradable, pero fueron deficientes en energía (70% de lo recomendado) y tuvieron un exceso del 50% en proteína degradable.

Los resultados mostraron que las tasas de concepción al primer servicio de los dos grupos fueron 83% para el control (15% PC) y 62% para el grupo con exceso de proteína (21% PC); los autores mencionan que la disminución de la fertilidad puede atribuirse al exceso de proteína degradable en la dieta.

Tabla 6: Efecto del exceso de proteína cruda (PC) en la dieta sobre los servicios por concepción de vacas lecheras.

PROTEINA - DIETA		P	AUTOR
NORMAL*	EXCESO**		
1.9	2.5	<0.05	Jordan y Swanson, 1979
1.8	2.2	>0.05	Folman et al., 1981
2.0	1.7	>0.10	Howard et al., 1985
1.5	1.7	>0.10	Aalseth et al., 1986

* 12-15% PC

** > 19% PC

Fuente: Randel, 1990

Tabla 7: Efecto del exceso de proteína cruda (PC) en la dieta sobre los días abiertos de vacas lecheras

PROTEINA - DIETA		P	AUTOR
NORMAL*	EXCESO**		
140	192	>0.05	Treacher et al., 1976
96	106	>0.05	Jordan y Swanson, 1979
98	102	>0.05	Folman et al., 1981
85	81	>0.10	Howard et al., 1985
82	80	>0.10	Aalseth et al., 1986

*12-15% PC

** > 19% PC

Fuente: Randel, 1990

Ferguson y Chalupa (1989), analizando estudios previos sobre la relación entre proteína y fertilidad, describen un modelo matemático en el que se observa que la probabilidad que tiene un animal de quedar gestante, disminuye a medida que aumenta el nivel de proteína de degradabilidad en la ración.

Esta relación sugiere que algún producto del metabolismo ruminal deprime la fertilidad. El consumo en exceso de proteína degradable puede elevar la concentración de amoníaco, urea y otros productos nitrogenados en el rumen. En este mismo modelo se encontró, que la energía del alimento modifica el impacto de la proteína degradable sobre la

probabilidad de concepción. Esto se debe parcialmente, a que el incremento en la disponibilidad de energía en el rumen disminuye el exceso de amoníaco, por medio de incorporación en la proteína bacteriana, cuya síntesis requiere energía. También el hígado necesita energía para detoxificar el amoníaco a urea.

Mecanismos propuestos del efecto del exceso de proteína de la ración en la fertilidad de vacas lecheras

Los mecanismos a través del cual el exceso de proteína de la ración afecta la reproducción, se centran en tres aspectos

importantes: productos nitrogenados provenientes del rumen que pueden ser nocivos para el espermatozoide, el oocito y el embrión; el imbalance de proteína y energía que afecta la eficiencia del metabolismo y el estado energético y la alteración de la función del eje hipotálamo-hipófisis-ovario.

Con relación al primer factor se ha demostrado que la urea es tóxica para el espermatozoide y el oocito, disminuye la motilidad espermática y afecta la habilidad del espermatozoide para penetrar en el moco cervical bovino *in vitro* (Blanchard et al., 1990). También puede causar aborto cuando se inyecta dentro del amnios (Greenhalf y Diggory (1971) citados por Ferguson y Chalupa, 1989). La elevación de urea en

sangre aumenta su concentración en el tracto reproductivo, lo que puede constituirse en un factor determinante de la fertilidad. Otras investigaciones realizadas en Noruega (Ropstad y Refsdal (1987) citados por Buttler y Elrod, 1991), también han demostrado que la concentración de urea en leche se asocia negativamente con la fertilidad de vacas.

Estudios recientes realizados por Ferguson et al. (1993) y Buttler et al. (1996), con el fin de examinar la relación entre el nitrógeno ureico en plasma (NUP), nitrógeno ureico en leche (NUL) y las tasas de preñez, sugieren que la tasa de preñez disminuye aproximadamente 20%, cuando el NUP y NUL superan los 19 mg/dl (Figuras 3 y 4).

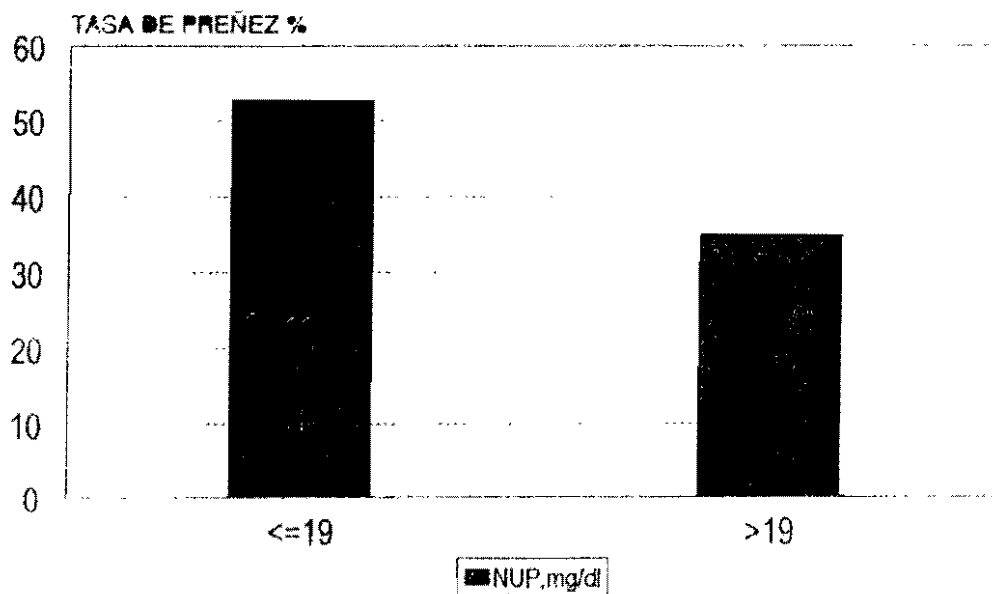


Figura 3. Relación entre el nitrógeno ureico en plasma (NUP) y la tasa de preñez de vacas. (Buttler et al.,

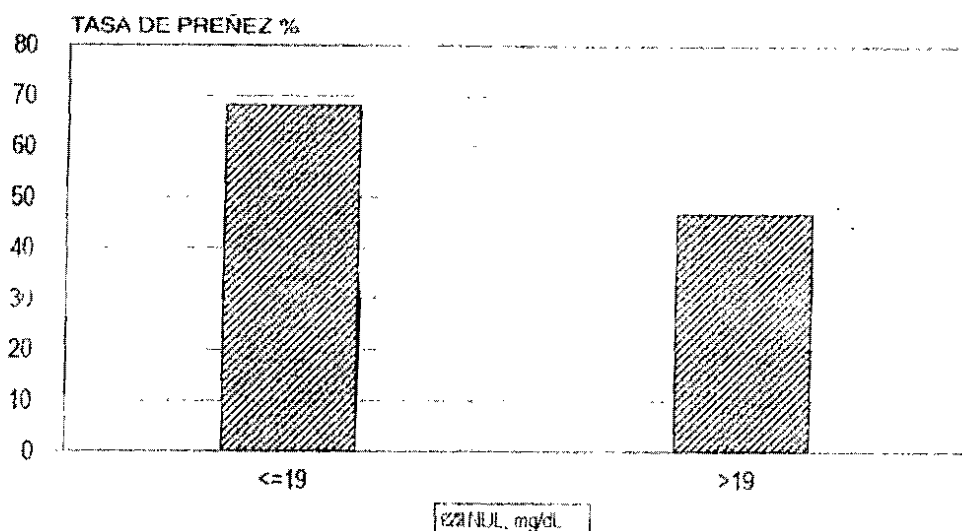


Figura 4. Relación entre el nitrógeno ureico en leche (NUL) y las tasas de preñez en vacas lecheras (Butler et al., 1996)

Para conocer más en detalle el efecto del exceso de los metabolitos proteicos, Elrod y Butler, 1993, desarrollaron un experimento con el fin de establecer si el exceso de proteína en la dieta, afecta solamente el pH del fluido intrauterino o se extiende a otros fluidos corporales. Los resultados muestran

que el exceso de proteína cruda en la ración (21.8 %) el día del estro, no afecta el pH de los líquidos corporales, pero el día 7 del ciclo estral el pH solo disminuye en los grupos de animales alimentados con exceso de proteína (Tablas 8 y 9).

Tabla 8: pH uterino, sanguíneo, salival y urinario de vacas lecheras el día del estro en respuesta a dietas balanceadas, con alta proteína degradable (alta PD) y no degradable (alta PND).

FLUIDO	DIETA		
	BALANCEADA*	ALTA PND**	ALTA PD***
Uterino	7.13	6.95a	9.85b
Sangre	7.38	7.36	7.34
Saliva	8.32	8.16	8.19
Orina	8.07	7.97	8.04

a, b: (P < .05); * 15% PC; ** 73% PND; *** 85% PD; Fuente: Elrod et al., 1993

Tabla 9: PH uterino, sanguíneo, salival y urinario de vacas lecheras el día 7 de ciclo estral en respuesta a dietas balanceadas, con alta proteína degradable (alta PD) y no degradable (alta PND).

FLUIDO	DIETA		
	BALANCEADA*	ALTA PND**	ALTA PD***
Utero	7.13	6.95 ^a	9.85 ^b
Sangre	7.38	7.36	7.34
Saliva	8.32	8.16	8.19
Orina	8.07	7.97	8.04

a, b. (P < .05); * 15% PC; ** 73% PND; *** 85% PD; Fuente: Elrod et al., 1993

El cambio en el pH altera la composición iónica del fluido uterino. Este imbalance pueden afectar la captación de aminoácidos y la ionización de substratos energéticos como el lactato, los cuales son críticos después del día 8, cuando empieza la expansión del blastocisto.

Lo anterior hace pensar que los efectos del exceso de proteína en la ración relacionados con la sobrevivencia del embrión, ocurren entre el día 15 y 24 después de la fertilización, ya que se ha observado que vacas alimentadas con altos niveles de proteína y que no mantienen la gestación, retornan al estro entre el día 26 y 36 después del servicio (Elrod y Butler, 1993). Blanchard et al. (1990), realizaron un experimento para determinar el efecto de la degradabilidad de la proteína

sobre fertilización y calidad de embriones colectados de vacas lecheras que se sometieron a superovulación. Se utilizaron 38 vacas por tratamiento que se alimentaron individualmente con una de dos dietas (73% vs 64% de proteína degradable); los resultados mostraron que no hubo diferencias en el número de óvulos fertilizados, no fertilizados, adecuados para transferencia y no adecuados. Tabla 10.

Sin embargo el porcentaje medio de óvulos fertilizados y recuperados fue mayor en las vacas alimentadas con la dieta que contenía un menor porcentaje de degradabilidad (64%) (Tabla 10). Así mismo la mayoría de óvulos anormales se recuperaron de los animales alimentados con la dieta de mayor degradabilidad.

Tabla 10: Efecto de dos cantidades de proteína degradable (PD) en la fertilización y calidad del embrión de vacas lecheras.

DIETA	Ovulos Fertilizados por vaca	Ovulos no Fertilizados Por vaca	% total de huevos fertilizados	Ovulos transferidos por vacas	Ovulos no Transferidos Por vaca	% total de óvulos transferidos
	n ± D.E.	N ± D.E.	n ± D.E.	n ± D.E.	n ± D.E.	n ± D.E.
73% P.D	104 5.5±1.5	60 3.1±1.3	54.8±9.7*	85 4.5±1.4	73 4.0±1.5	44.2±9.8**
64% P.D	104 5.5±1.5	60 3.1±1.3	54.8±9.7*	85 4.5±1.4	73 4.0±1.5	44.2±9.8**

Medidas diferentes (P < 0.05); ** Medidas diferentes (P = 0.06); Fuente: Blanchard et al., 1990

Esta información indica, que el consumo en exceso de proteína degradable puede afectar la fertilización y el desarrollo embrionario, el cual se refleja en repetición de servicios, común en vacas alimentadas con altos niveles de proteína cruda.

Por el contrario García-Bojalil et al, (1994) no encontraron efecto del contenido de proteína cruda de la dieta (12,3 vs 27,4%) en el desarrollo folicular y en la calidad y cantidad de embriones recuperados después de la superovulación, en vacas Holstein no lactantes, a pesar de que la concentración del nitrógeno ureico en plasma aumentó con el incremento de la PC en la ración (21.3 vs 9.8(0.6 mg/dl) ($P = 0.001$).

La razón para esta aparente falta de relación posiblemente se debe al uso de vacas no lactantes, lo que permite aislar factores como la producción de leche, el BEN, el cambio en el consumo de materia seca y los problemas sanitarios, que determinan en parte el impacto de la nutrición en la fertilidad posparto.

No está muy claro el efecto del exceso de los productos del metabolismo proteico en el sistema endocrino. Jordan y Swanson (1979) no encontraron efecto de un nivel alto de proteína cruda (19%) sobre los niveles basales de HL. Sin embargo, ellos encontraron que vacas alimentadas con bajos niveles de proteína cruda (13 vs 16%) en un período de lactancia, respondieron mejor a la estimulación con HLHL.

En forma similar Blauwikel et al. (1986, citados por Butler y Elrod, 1991), no encontraron diferencias en la secreción pulsátil de HL, el contenido de HL y el número de receptores de HLHL en la hipófisis de vacas alimentadas con dietas del 15 y 20%. Otros estudios (Sonderman et al. (1987) citado por Swanson, 1989) demuestran que la

administración de HLHL, aumenta la concentración plasmática de progesterona durante la fase luteal en vacas alimentadas con un 15% de proteína cruda, pero no, en vacas alimentadas con raciones que contienen 22% de proteína cruda.

Jordan y Swanson (1979) también reportan que los niveles de progesterona se reducen el día 14 del primer ciclo estral posparto, en vacas alimentadas con raciones que contienen 16 y 19% de proteína cruda, en comparación con vacas alimentadas con 13% de proteína cruda. En contraste Butler y Elrod, (1991), utilizando novillas alimentadas con dietas del 15 y 21% no encuentran diferencias en los niveles de progesterona antes y después del servicio.

El puntaje de condición corporal (pcc) y su relación con la fertilidad y el comportamiento reproductivo de la vaca

La información que se presentó anteriormente, mencionó que durante el inicio de la lactancia, las vacas lecheras experimentan un período de disminución en el consumo de alimento, que da como resultado un estado de BEN. Para mantener la producción de leche durante este período, la vaca utiliza sus reservas de grasa como fuente de energía.

A medida que la lactancia progresa el consumo de alimento aumenta y las vacas recuperan las reservas de grasa, la vaca entra en un estado de balance energético positivo. Para optimizar la salud y producción de las vacas, es necesario e importante monitorear la dinámica de las reservas de tejidos corporales.

Una forma práctica de evaluar estos cambios, se hace mediante el PCC, el cual es un método subjetivo que estima las reservas energéticas en forma independiente del peso y tamaño corporal del individuo (Ruegg, 1991). Este sistema se recomienda para evaluar en forma práctica el manejo nutricional de la vaca. El método se basa en la estimación visual de la cantidad de grasa almacenada (tejido adiposo), particularmente en las prominencias óseas (tuberosidades y región pélvica) (Ferguson et al. 1994).

Actualmente se utilizan varios sistemas de evaluación de la condición corporal. En ganado de leche se usa una escala de 1 a 5 (1: extremadamente flaca; 5: obesa) con incrementos de 0.5 y/o 0.25 entre determinaciones y para ganado de carne se utiliza una escala de 1 a 9 con incrementos de 1 punto entre determinaciones.

Independientemente del método que se utilice, todas las escalas evalúan subjetivamente las reservas corporales. Por medio de análisis de regresión se ha determinado la relación entre condición corporal y peso vivo en vacas lecheras. Gil et al. (1991) asociaron un cambio de una unidad del PCC (escala de 5 puntos), con un cambio de 56 kilogramos en peso vivo. Para ganado de carne un punto de modificación del PCC (escala de 1 a 9) equivale aproximadamente a 32 kg de cambio en el peso corporal (Kunkle et al., 1994).

Por su parte Short et al. (1990) estiman que las reservas energéticas constituyen casi el 50% del peso máximo posible de un animal. Varias investigaciones demuestran la relación entre el PCC y reproducción. Se sabe que las vacas que llegan al parto con una elevada condición, requieren más servicios por concepción (Ruegg et al., 1992).

Así mismo una condición corporal baja también incide en la reproducción. Para observar esta relación, Braum et al. (1986) clasificaron a vacas lecheras el día del parto en grupos de condición corporal adecuada (3.0 - 3.5) y condición corporal no adecuada (2.5 y 4.0) (escala 1 a 5). Los días al primer servicio y los días a la concepción, fueron mayores para vacas con condición corporal de 2.5 o 4.0, así mismo estos animales tuvieron mayor probabilidad de permanecer vacías, que las vacas con PCC de 3.0-3.5.

De otra parte también se conoce que las vacas que llegan al parto con una mayor condición corporal, pierden más reservas grasas al inicio de la lactancia. Se ha observado que la movilización en exceso (más que una condición alta o baja al parto) se asocian con un periodo abierto elevado (Butler y Smith, 1989; Ruegg et al., 1992)

Recientemente Ruegg y Milton (1995), estudiaron en vacas lecheras la relación entre PCC, producción de leche, reproducción y presentación de enfermedades. Realizaron un estudio observacional de 429 vacas Holstein en 13 hatos. A las vacas se les estimó la condición corporal, durante el periodo seco, cerca al parto y luego cada 14 días hasta la terminación de la lactancia.

El PCC al parto no tuvo efecto en el pico de producción de leche y la producción a 305 días. La pérdida de condición promedió 0.37 y 0.83 puntos para vacas de primero y más partos respectivamente.

La duración y la magnitud de la pérdida de la condición corporal se asoció principalmente con el PCC al parto y fue mayor en vacas que parieron con una elevada condición corporal.

No se observaron diferencias significativas para días al primer estro, primer servicio, días abiertos y servicios por concepción, entre vacas agrupadas por condición corporal al parto o agrupadas por el grado de pérdida de condición corporal entre el parto y el primer servicio. El PCC tampoco fue diferente entre vacas que enfermaron.

Las vacas que presentaron enfermedades perdieron más condición que las vacas que no enfermaron, pero la diferencia generalmente fue menor de 0.25 puntos. En poblaciones grandes de animales (varios hatos), los factores de manejo enmascaran el verdadero efecto de un determinado estado nutricional en la reproducción, a diferencia de lo que se halla individualmente en fincas donde se pueden controlar estas interacciones.

En muchos hatos que poseen vacas con PCC moderados (3.0 - 3.5) el efecto en la reproducción generalmente es pequeño y no es tan importante como si lo es por ejemplo, la detección de calores, la técnica de la inseminación artificial etc.

Por ejemplo las vacas del estudio descrito anteriormente presentaron un PCC moderado y no tuvieron pérdidas excesivas de condición corporal después del parto, por tanto estos resultados no deben extrapolarse a vacas y/o hatos donde las pérdidas de condición corporal son extremas.

Estas consideraciones pueden explicar en parte la falta de relación entre el PCC y la reproducción de esta investigación. En vacas multaras para carne, el PCC al parto es el factor más importante que incide el periodo abierto y las tasas de preñez.

Sin embargo una baja condición corporal al parto afecta más la reproducción en vacas de primer parto, debido a las demandas adicionales de nutrientes para crecimiento y al estrés de la lactancia. Rae et al. (1993) examinaron la relación entre PCC al examen de la preñez, el número de partos, y la tasa de preñez en hatos comerciales para carne en la Florida (EE.UU.).

La información analizada mostró que a medida que se aumentó el PCC, las tasas de preñez mejoraron para todos los grupos de vacas, pero el efecto de una baja condición corporal, en la tasa de preñez fue mayor en vacas jóvenes.

En las vacas de 1 a 4 partos con PCC (4 (Escala 1 a 9) la tasa de preñez fue del 51%, mientras que en las vacas con PCC similar y más de 4 partos, la tasa de preñez fue del 66% ($P < 0.05$) (Tabla 11).

La información presentada sugiere que se debe prestar especial atención a vacas jóvenes con baja condición corporal con el fin de mejorar las tasas de preñez de vacas para carne.

Tabla 11: Relación entre número de partos, puntaje de condición corporal y tasa de preñez en vacas para carne.

NUMERO DE PARTOS	PUNTAJE DE CONDICION CORPORAL ^a			TOTAL
	<3	4	>5	
1	20	53	90	84
2	28	50	84	71
3	23	60	90	85
4-7	48	72	92	87
> 8	37	67	89	74
Total	31	60	89	82

a: Escala de 1-9

Modificado de Rae et al., 1993

Otro factor que influye en la reproducción tiene que ver con el tamaño y/o estructura corporal de la vaca y su interacción con el PCC. En vacas Cebú Brahman, Olsor (1991) encontró diferencias en la tasa de preñez de vacas de primer parto (36 meses) con valores de 74.0%, 51.8% y 34.5% cuando se agruparon de acuerdo con la estructura corporal (pequeña, mediana y grande,

respectivamente). Las hembras con estructura corporal pequeña fueron 9 cm más bajas (altura a la cadera) con respecto a las de estructura grande. Las hembras pequeñas presentaron un valor medio de PCC de 5.4 comparado con 4.5 en las hembras de estructura grande (escala de 1 a 9). Las vacas de estructura mediana mostraron un valor medio de PCC (Tabla 12).

Tabla 12: Características de crecimiento y fertilidad de acuerdo con la edad, puntaje de condición corporal (PCC) de vacas Cebú Brahman de diferente tamaño corporal.

VARIABLES	EDAD - TAMAÑO CORPORAL								
	2 AÑOS			3 AÑOS			5 O MAS AÑOS		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Peso kg.	428	466	473	352	412	441	466	502	516
Altura cadera cm	130.3	136.4	140.2	131.1	136.9	140.0	133.6	137.9	141.0
PCC (Escala 1 a 9)	8.2	7.7	7.3	5.1	5.0	4.5	6.2	6.2	6.0
Tasa de preñez %	93.7	89.7	86.9	74.0	51.8	34.5	75.1	83.3	74.6
Edad al destete (d)	-	-	-	221	212	215	203	197	193

P: Pequeño M: Mediano G: Grande

Fuente: Olsor, 1991

Por otra parte en las vacas de estructura pequeña con la mayor tasa de preñez, estuvo afectada no solo por su mayor coeficiente de condición corporal si no también por su temprana edad al parto.

una diferencia de 16 días a su favor con respecto a las vacas de estructura mediana y 13 días más temprano con respecto a las vacas de estructura grande (Tabla 12).

La edad al destete de los terneros de este grupo de vacas fue de 228 días, lo que indica

El peso al destete de los terneros producto de vacas con estructura corporal grande mostró ser 22 kg mayor que aquellos provenientes de vacas pequeñas (225 vs 204 kg). Sin embargo el cociente obtenido de la multiplicación del peso al destete del ternero y la tasa de preñez, el cual es una forma de medir la eficiencia reproductiva, fue el doble en las vacas de estructura pequeña con relación a las vacas de estructura grande.

En vacas adultas, la diferencia fue mínima entre los valores de PCC y la tasa de preñez de las vacas con estructuras corporales pequeñas y grandes. Así mismo, la diferencia en la altura de los mismos grupos no fue tan grande, si se compara con las mismas diferencias en las vacas más jóvenes. En general basados en esta información, se puede concluir que el problema de utilizar vacas de estructura corporal grande se presenta con la edad al primer parto y la baja eficiencia reproductiva en la primera lactancia.

Hasta cierto punto este problema se puede reducir a través de una mejor nutrición en el posparto. Con base en el valor de PCC se puede determinar, si una vaca se encuentra en condiciones nutricionales adecuadas para que llegue a una nueva concepción. Se debe considerar también que en algunos casos en vacas para carne lactantes, no es económico

suministrar toda la alimentación necesaria para llenar los requerimientos nutricionales de animales de estructura corporal grande. Como complemento de los resultados presentados anteriormente y para conocer un poco más el efecto del PCC al parto en la reproducción de vacas de primer parto, se presenta el trabajo de Spitzer et al. (1995) quienes evaluaron 240 vacas para carne cruces de Simmental, Angus y Herford.

Noventa días antes del parto las vacas se agruparon al azar en tres grupos de alimentación que permitieran llegar al parto con un PCC de 4.5 a 6 (escala 1 a 9). Después del parto y hasta el inicio de la época de apareamientos, la mitad de las vacas dentro de cada grupo se alimentaron para que obtuvieran una ganancia de peso moderada (0.45 kg/d) o alta (0.9 kg/d).

El peso al nacimiento fue progresivamente mayor a medida con la condición corporal paso de 4 a 6 (Tabla 13), pero el puntaje de distocia no fue influenciado por la condición corporal. La condición corporal al parto tampoco afectó el peso al destete. Las vacas con mayor ganancia de peso después del parto tuvieron los terneros más pesados al destete, que los de vacas con ganancia de peso moderada (Tabla 13).

Tabla 13: Peso al parto, peso del ternero al nacimiento, puntaje distocia, peso al destete y edad al destete con relación al puntaje de condición corporal (PCC) y la ganancia de peso al posparto en vacas para carne de primer parto (Spitzer et al., 1995).

PCC ^a	N	PESO AL PARTO Kg	PESO AL NACIMIENTO Kg	PUNTAJE DISTOCIA	PESO AL DESTETE kg	EDAD AL DESTETE (días)
4	73	338 ± 4 d	28.9 ± 0.5 d	1.2 ± 0.1	192 ± 3	227 ± 5
5	107	375 ± 3 e	30.4 ± 0.4 e	1.3 ± 0.1	193 ± 3	224 ± 4
6	60	424 ± 6 f	32.4 ± 0.7 f	1.2 ± 0.1	197 ± 6	228 ± 4
GANANCIA DE PESO POSPARTO^b						
MODERADA	122	-	-	-	188 ± 4 e	225 ± 5 e
ALTA	118	-	-	-	200 ± 3 f	227 ± 4 f

a: Escala de 1 a 9; b: Moderada = 0.45 kg/día Alta = 0.90 kg/día d, e, f: Medias con letras diferentes presentan diferencias entre sí (P < 0.05)

A medida que el PCC aumentó, se incrementó la proporción de vacas en estro y con preñez. La mayor ganancia de peso después del parto

aumentó la actividad luteal y la presentación de estro y la concepción durante la época de montas (Tablas 14 y 15).

Tabla 14: Progesterona sérica al inicio de la época de montas y porcentaje acumulado de vacas en estro durante la época de apareamiento con relación al puntaje de condición corporal (PCC) al parto y la ganancia de peso posparto en vacas para carne de primer parto (Spitzer et al., 1995).

PCC ^a	n	P ₄ ≥ 1 ng/ml (% de animales)	% DE ANIMALES EN ESTRO EN LA EPOCA DE MONTAS (días)		
			20	40	60
4	73	32 ± 4	42 ± 6	56 ± 4 d	74 ± 4 d
5	107	42 ± 3	54 ± 4	80 ± 3 e	90 ± 3 e
6	60	49 ± 7	63 ± 9	98 ± 7 f	98 ± 6 f
GANANCIA DE PESO POSPARTO^b					
MODERADA	122	34 ± 5 e	41 ± 6 e	69 ± 5 e	79 ± 4 e
ALTO	118	48 ± 4 f	65 ± 5 f	86 ± 4 f	96 ± 3 f

a: Escala de 1 a 9

b: Moderada: 0.45 kg/d Alta: 0.90 kg/d

d, e, f: Medias con letras diferentes, presentan diferencias entre si (P < 0.05)

Tabla 15: Porcentaje acumulado de preñez durante la época de montas, con relación al puntaje de condición corporal (PCC) y a la ganancia de peso posparto en vacas para carne de primer parto (Spitzer et al., 1995)

PCC ^a	n	PORCENTAJE DE PREÑEZ EN LA EPOCA DE MONTAS		
		20	40	60
4	73	27 ± 6	43 ± 6	56 ± 5
5	107	35 ± 4	65 ± 4	80 ± 4
6	60	47 ± 10	90 ± 9	96 ± 8
GANANCIA DE PESO POSPARTO^b				
MODERADA	122	27 ± 6	56 ± 6	70 ± 5
ALTA	118	46 ± 5	76 ± 5	84 ± 4

a: Escala de 1 a 9; b: Moderada: 0.45 kg/d Alta: 0.90 kg/d

En conclusión se observa, que vacas de primer parto que llegan al parto con mayor condición corporal, tienen terneros más pesados al nacimiento, sin riesgo de distocias.

Las vacas con mejor condición corporal también presentan estro más pronto y mayor tasa de preñez que vacas con menor condición corporal.

Así mismo la ganancia de peso posparto tiene un efecto aditivo sobre las respuestas al estro, las tasas de preñez y el peso al destete. No se conocen totalmente los mecanismos que demoran la concepción en vacas que pierden condición corporal. Se conoce que las vacas en anestro reducen el consumo de materia seca, tienen pérdida elevada de peso corporal y están en BEN más severo que vacas que ciclan normalmente (Staples y Thatcher, 1990).

La reducción del consumo de materia seca, se relaciona con bajos niveles de progesterona y esta a su vez con la tasa de preñez. Ya se mencionó que el BEN disminuye la liberación de gonadotropinas y la concentración de hormonas como la insulina y el IGF-I, los que pueden afectar la función del ovario. Bishop et al. (1994), estudiaron en vacas para carne el efecto de las reservas

energéticas corporales sobre el inicio de la actividad luteal y la concentración de HL y el IGF-I. Las vacas se alimentaron durante la gestación para que llegaran con un PCC de 3 a 6 al parto (escala 1 a 9).

El 100% de las vacas con condición corporal >5 iniciaron actividad luteal, mientras que únicamente el 43% de las vacas con condición corporal < 5, presentaron actividad luteal ($P < 0.05$). La concentración de IGF-I se asoció con la condición corporal ($P < 0.05$). La frecuencia de pulso de la HL se vio alterada por la condición corporal al destete.

Se concluye que en vacas para carne la condición corporal afecta el número de pulsos de HL, la IGF-I y el intervalo de tiempo hasta el inicio de la actividad ovárica después del destete.

BIBLIOGRAFIA

- BASSETT, J.M.; WESTON R.H.; HOGAN, J.P. 1971. Dietary regulation of plasma insulin and growth hormone concentration in sheep. *Aust. J. Biol. Sci.* 24: 321.
- BATTAGLIA, F.C.; MESCHIA, G. 1978. Principal substrates of fetal metabolism. *Physiol. Rev.* 58: 499.
- BAUMAN, D.E.; CURRIE, W.B. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 63: 1514.
- BELL, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.* 73: 2804.
- BELL, A.W.; BAUMAN, D.E. 1996. The transition cow: actualized homeorhesis. *Proceedings 1996 Cornell nutrition conference for feed manufacturers*. Rochester, N.Y. Cornell University. Ithaca N.Y. pp: 150-157.

- BERGEN, W.G. 1979. Free amino acids in blood of ruminants. Physiological and nutritional regulation. *J. Anim. Sci.* 49:1577.
- BISHOP, D.K. ; WETTEMANN, R.P. ; SPICER, L.J. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *J. Anim. Sci.* 72: 2703.
- BLANCHARD, T.; FERGUSON, J; LOVE, L; TAKEDA, T; HENDERSON, B; HASLER, J; CHALUPA, W. 1990. Effect of dietary crude protein type on fertilization and embryo quality in dairy cattle. *Am. J. Vet. Res* 51: 905-908.
- BRAUN, R.R. ; DONOVAN, G.A. ; TRAN, T.Q. 1986. Importance of body condition scoring in dairy cattle. *Proc. Annu. Meet. AABP.* 19: 122.
- BULMAN, D.C.; LAMMING, G.E. 1978. Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J. Reprod. Fertil.* 54: 447.
- BURNS, P.D.; SPITZER, J.C.; HENRICKS, D.M. 1997. Effect of dietary energy restriction on follicular development and luteal function in nonlactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 75: 1078.
- BUTLER, W.E.; EVERETT, W.R.; COPPOCK, C.E. 1981. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53: 742.
- BUTLER, W.R; CANFIELD, R.W. 1989. Interrelationships between energy balance, reproduction of lactating dairy cows . *Feedstuffs.* 52: 18.
- BUTLER, W.R.; SMITH, R.D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72: 767.
- BUTLER, W.E.; ELROD, C.C. 1991. Nutrition and reproduction relationships in dairy cattle. *Proceedings Cornell nutrition conference for feed manufacturers.* Rochester, N.Y. pp 73-82.
- BUTLER, W.E.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. 1996. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 858.
- CANFIELD, R.W.; SNIFFEN, C.J.; BUTLER, W.R. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73: 2342.
- CANFIELD, R.W.; BUTLER, W.R.; 1991. Energy balance, first ovulation and the effects of naloxone on LH secretion in early postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 69: 740.
- CARROLL, D.J; BARTON, B.A; ANDERSON, G.W.; SMITH, R.D. 1988. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cow. *J. Dairy sci.* 71: 3470

- CARROLL, D.J.; JERRED, M.J.; GRUMMER, R.R.; COMBS, D.K.; PIERSON, R.A.; HAUSER, E.R. 1990. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance and reproductive traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73: 2855.
- DOMINGUEZ, M.M. 1995. Effects of body condition, reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cows. *Theriogenology* 43: 1405.
- EARLY, R.J. McBRIDE, B.W.; BALL, R.O. 1990. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers: III proteins synthesis and tissue energy expenditures. *J. Anim. Sci.* 68: 4153.
- ELROD, C.; BLUTER W.R. 1993. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.* 71: 694.
- FERGUSON, J.D; BLANCHARD, T; OSHALL, D.C; CHALUPA, W. 1988. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1982: 659.
- FERGUSON, J. D.; CHALUPA, W. 1989. Symposium: Interactions of nutrition and reproduction. *J. Dairy Sci.* 72:746.
- FERGUSON J. D; GALLIGAN, D. T; BLANCHARD, T.; REEVES, M. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *J. Dairy Sci.* 76: 3742.
- FERGUSON, J.D. ; GALLIGAN, T.D. ; THOMSEN, N. 1994. Principal descriptors of body condition score Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77 : 2695.
- FERRELL, C.L.; FORD, S.P. 1980. Blood flow, steroid secretion and nutrient uptake of the gravid bovine uterus. *J. Anim. Sci.* 50: 1113.
- FERRELL, C.L.; FORD, S.P. PRIOR, R.L.; CHRISTENSON, R.K. 1983. Blood flow, steroid secretion and nutrient uptake of the gravid bovine uterus and fetus. *J. Anim. Sci.* 56: 656.
- FLOREZ, H. 1993. Evaluación de la función hemática y hepática y su relación con producción de leche y fertilidad de vacas lecheras. Tesis Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. 242 p.
- FONSECA, F.A.; BRITT, J.H.; McDANIEL, B.T.; WILK, J.C.; RAKES, A.H. 1983. Reproductive traits of Holstein and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rates, and days open. *J. Dairy Sci.* 66: 1128.
- GAINES J. 1989. The relationship between nutrition and fertility in dairy herds. *Veterinary Medicine.* Oct. p. 997.

- GARCIA, BOJALIL, C.M.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W.; DROST, M. 1994. Protein intake and development of ovarian follicles and embryos of superovulated nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 2537.
- GIUDICE L.C. 1992. Insulin-like growth factors and ovarian follicular development. *Endocr. Rev.* 13: 641.
- GRIMARD, B.; HUMBLLOT, P.; PONTER A.A.; MIALOT, J.P.; SAUVANT, D.; THIBIER, M. 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fert.* 104: 173.
- GRUMMER, R.R.; CARROLL, D.J. 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism, importance to ovarian function. *J. Anim. Sci.* 66: 3160.
- GRUMMER, R.R.; CARROLL, D.J. 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 69: 3838.
- JONES, G.P.; GARNSWORTHY, P.C. 1988. The effects of body condition score at calving and dietary protein content on dry-matter intake and performance in lactating dairy cows given diets of low energy content. *Anim. Prod.* 44: 321.
- JONES, C.T.; ROLPH, T.P. 1985. Metabolism during fetal life: A functional assessment of metabolic development. *Physiol. Rev.* 65: 357.
- JORDAN, E.R.; SWANSON, L.V. 1979. Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein and albumin in the high-producing dairy cow. *J. Anim. Sci.* 62: 58.
- KANEKO, J.J. 1989. Carbohydrate metabolism and its disease. In: *Clinical biochemistry of Domestic Animals*. J.J. Kaneko (ed). Academic Press, San Diego, C.A.
- KOENING, J.M.; BOLING, I.A. 1981. Short term metabolic response in wethers to high dietary protein intake before fasting. *J. Anim. Sci.* 52: 382.
- KUNKLE, W.E.; SAND, R.S.; RAE, D.O. 1994. Effects of body condition on productivity in beef cattle. Florida Cooperative Extension Service, Institute of food and Agricultural Science, University of Florida, Gainesville, Florida, USA, 12pp.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; OLDHAM, J.R.; RANDEL, R.D. 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 74: 2253.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; HALLFORD, D.M.; RANDEL, R.D. 1997. Effects of dietary fat on follicular and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 β ,

- 13,14 dihydro-15-keto-prostaglandin F_{2t} and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 75: 1591.
- LUCY, M.C.; GROSS, T.S.; THATCHER, W.W. 1990. Effect of intravenous infusion of a soybean oil emulsion on plasma concentration of 15-keto-13,14 dihydroprostaglandin F_{2t} and ovarian function in cycling Holstein heifers. in: *Livestock reproduction in Latin America*. pp. 119-132. Int. Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- McCANN, J.P.; REIMERS, T.J. 1985. Glucose response to exogenous insulin and kinetics of insulin metabolism in obese and lean heifers. *J. Anim. Sci.* 61: 612.
- McNAMARA, J.P. 1991. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. *J. Dairy Sci.* 74: 706.
- MEPHAM, T.B. 1982. Amino acid utilization by lactating mammary gland. *J. Dairy Sci.* 65: 287.
- NOLAN, C.J.; BULL, R.C.; SASSER, R.G.; RUDER, C.A.; PANLASIGUI, H.M.; SHOENEMAN, H.M.; REEVES, J.J. 1988. Postpartum reproduction in protein restricted beef-cows: effect on the hypothalamic-pituitary ovarian axis. *J. Anim. Sci.* 66: 3208.
- NRC. 1988. Nutrients requirements of dairy cattle. (6th Rev. -Ed.) National Academy press, Washington DC.
- OTTO, K.L.; FERGUSON, J.D.; FOX, D.G. 1991. Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 852.
- RAE, D.O.; KUNKLE, W.E.; CHLNOVECI, I.J.; SAND, R.S.; TRAN, T. 1993. Relationship of parity and body condition score to pregnancy rates in Florida beef cattle. *Theriogenology* 39: 1143.
- RANDEL, R.D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 853.
- RICHARDS, M.W.; WETTEMAN, R.P.; SCHOENEMANN, H.M. 1989. Nutritional anestrus in beef cows. Concentration of glucose and nonesterified fatty acids in plasma and insulin in serum. *J. Anim. Sci.* 67: 2354.
- RICHARDS, M.W.; WETTEMANN, R.P.; SPITZER, L.J.; MORGAN, G.L. 1991. Nutritional anestrus in beef cows effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-I. *Biol. Reprod.* 44: 961.
- ROBERTS, A.J.; NUGENT III, R.A.; KLINDT, J.; JENKINS, T.G. 1997. Circulating insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. *J. Anim. Sci.* 75: 1909.

- RUEGG, P.L. 1991. Body condition scoring in dairy cows. Relationships with production, reproduction, nutrition and health. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*. 13: 1309.
- RUEGG, P.L.; GOODGER, W.J.; HOLMBERG, C.A.; WAVER, L.D.; HUFFMAN, E.M. 1992. Relationship among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations and reproductive performance in high, producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am. J. Vet. Res.* 53: 10.
- RUEGG, P.L.; MILTON, R.L. 1995. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with yield, reproductive performance and disease. *J. Dairy Sci.* 78: 552.
- SASSER, R. GARTH; WILLIAMS, R.J.; BULL, R.C. RUDER, C.A.; FALK, D.G. 1988. Postpartum reproductive performance in crude protein restricted beef cows: Return to oestrus and conception. *J. Anim. Sci.* 66: 3033.
- SCHILLO, K.K. 1992. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 1271.
- SENATORE, E.M.; BUTLER, W.R.; OLTENACU, P.A. 1996. Relationships between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *J. Anim. Sci.* 62: 17.
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological Mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 799.
- SON, J.; GRANT, R.J.; LARSON, L.L. 1996. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79: 822.
- SPITZER, J. C.; MORRISON, D. G.; WETTEMANN, R.P.; FAULKNER, L.C. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 73: 1251.
- STAGG, K; DISKIN, M.G.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38: 49.
- STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. 1990. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing cows. *J. Dairy Sci.* 73: 938.
- SWANSON, L.V. 1989. Discussion Interactions of nutrition and reproduction. *J. Dairy Sci.* 72: 805.

- TRIPLETT, B.L.; NEUVENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. 1995. Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 73: 3223.
- VANDEHAAR, M.J.; SHARMA, B.K.; FOGWELL, R.L. 1995. Effect of dietary energy restriction on the expression of insulin like growth factor-I, in liver and corpus luteum of heifers. *J. Dairy Sci.* 78: 832.
- VANDEHAAR, M.J.; SHARMA, B.K.; FOGWELL, R.L. 1995. Dietary energy restriction of heifers decrease weight of the corpus luteum and hepatic but not luteal expression of mRNA for insulin like growth factor- I. *J. Dairy Sci.* 78: 882.
- VILLA-GODOY, A; HUGHES, T.L.; EMERY, R.S.; CHAPIN, L.T.; FOGWELL, R.L. 1988. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71: 1063.
- WILLIAMS, G.L. 1989. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *J. Anim. Sci.* 67: 785.
- WILTBANK, J.N.; ROWDEN, W.W.; INGALLS, J.E.; GREGORY, K.E; KOCH, R.M. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21: 219.
- WYLEY, J.S; PETERSEN M.K; ANSOTEGUI, R.P. AND BELLOWS, R.A. 1991. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. *J. Anim. Sci.* 69: 4279.
- YUNG, M.C.; VANDEHAAR, M.J.; FOGWELL, R.L.; SHARMA, B.K. 1996. Effect of energy balance and somatotropin on insulin-like growth factor I in serum and on weight and progesterone of corpus luteum in heifers. *J. Anim. Sci.* 74: 2239.
- ZUREX, E.; FOXCROFT, G.R.; KENNELLY, J.J. 1995. Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78: 1909.

5. EL USO ESTRATEGICO DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO PARA EVITAR LA ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN BOVINA EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

DARIO CARDENAS GARCIA³

1. INTRODUCCION

La población humana mundial se espera que pase de los 5.000 millones actualmente a más de 11.000 millones de habitantes para el año 2100 (Norse, 1992). Del total de este incremento, casi todo es esperado que ocurra en países en desarrollo, con una población en Latinoamérica incrementándose en casi dos veces. Wheeler y colaboradores (1981) citados por Zapata (1988) indican, que la demanda de carne y leche, aumentan más rápido que la producción, lo que tendrá dos consecuencias fundamentales:

- Habrá presión de tierra cultivable para satisfacer las demandas incrementadas del mercado.
- Los granos serán más costosos que otras fuentes alimenticias; por lo tanto, menos atractivos como fuente suplementaria para el ganado bovino.

Quizás el actual modelo económico mundial ha desestimulado al sector agropecuario, tal es el caso de la apertura en Colombia que no

se ha hecho en una forma programática y paulatina lo cual ha repercutido en la economía del mediano y pequeño productor, quien ha garantizado la seguridad alimentaria local y regional y no en vano la FAO demostró que en el mundo existen 3.081 millones de hectáreas potencialmente cultivables, de las cuales se aprovecha solo el 48% y con respecto a América Latina, se están desaprovechando hasta el 80% de las tierras potencialmente aptas para la producción agrícola.

La FAO define la seguridad alimentaria, como una situación que permite garantizar que toda persona tenga en todo momento, acceso físico y económico a los alimentos que necesite. La seguridad alimentaria tiene entre sus propósitos asegurar una producción adecuada de alimentos, conseguir la máxima estabilidad en sus flujos, y garantizar el acceso a los alimentos disponibles por parte de quienes lo necesitan

³ MVZ, M.Sc., Ph.D., Investigador Nutricionista, ICA, A.A. 2011, Villavicencio

COL 614 / 1708

La inseguridad alimentaria por problemas coyunturales de disponibilidad agregada puede surgir como consecuencias de fenómenos climáticos adversos, estacionalidad de la producción por verano y el fenómeno del Pacífico, plagas, fluctuaciones en los ingresos de divisas o en la capacidad de importar y por problemas sociopolíticos como la inseguridad y violencia en el campo.

Como lo afirma Zapata (1988), los sistemas de producción animal en los países en vía de desarrollo, no son lo suficientemente eficientes desde el punto de vista económico, debido a la falta de alternativas de alimentación prácticas durante los cambios de estaciones climáticas que se presentan en determinadas zonas, como lo es el verano en la Orinoquia Colombiana.

Para Colombia y en especial para la región Orinocense, es prioritario un trabajo interinstitucional e interdisciplinario investigativo y con los productores del sector bovino, buscar alternativas de alimentación que eviten la estacionalidad de la producción que para el caso de la carne y la leche son la fortaleza de la región para la producción mundial, garantizando el consumo interior y buscando el mercado internacional pero haciendo al animal menos dependiente de los granos o concentrados, haciendo uso estratégico de las alternativas como los subproductos de la agricultura, de la agroindustria, los subproductos de la explotación pecuaria (gallinaza, porquinaza, bovinaza, pollinaza, etc.), follaje de leguminosas arbóreas, etc. e incorporándolos en la dieta como complemento a la dieta base forrajera o como suplemento.

Y así contribuir a la solución de la problemática de escasez de alimentos de la canasta familiar

2. Del trópico calido bajo y la region orinocense y su potencialidad de producción bovina

El trópico, donde en América Latina hay trescientos millones de hectáreas, en sabanas y bosques, ofrece posibilidades de rendimiento ganadero por unidad de superficie y de una viabilidad económica que supera en gran escala a las perspectivas actuales e incluso futuras de los países de clima templado, gracias al potencial de los recursos disponibles tanto forrajes herbáceos, arbóreas, productos y subproductos de la agricultura y la agroindustria.

Colombia está localizada dentro de la llamada zona tropical. La producción bovina con pastos tropicales, constituye una de las grandes industrias, ya que la más alta proporción de la ganadería está destinada a la producción de carne, la cual suministra aproximadamente el 50% de la producción de leche nacional (Leng, 1988; Hernández, 1991). Sin embargo, la cantidad de biomasa forrajera usada por los animales es baja, reportándose entre el 10% y el 30% del total disponible.

Las razones parecen ser atribuidas al bajo valor nutritivo en general de los pastos tropicales, destacándose el bajo contenido de proteína y baja degradabilidad de los forrajes seleccionados y consumidos, y la subsecuente baja disponibilidad de los nutrientes, reduce la eficiencia con la que los forrajes son utilizados (Leng, 1988).

La Orinoquia colombiana, esta conformada por siete departamentos desde el punto de vista político y es rica agroecológicamente

como lo muestra la Tabla número 1 donde se detallan los paisajes Geomorfológicos.

Tabla 1: Paisajes geomorfológicos de la Orinoquia.

PAISAJE	AREA	%
PIEDEMORTE	653.800	2.50
Aluviones recientes	1.286.900	4.94
Orinoquia inundable	5.237.800	20.13
- Llanura aluvial de desborde	2.950.600	11.35
- Llanura Eólica	2.076.600	7.97
- Pantanos	210.600	0.81
ORINOQUIA BIEN DRENADA	13.860.900	53.23
- Terrazas aluviales	660.900	2.54
- Altillanura plana	4.200.000	16.13
- Altillanura disectada	9.000.000	34.56
ANDEN DEL ORINOCO	5.000.000	19.20
TOTAL	26.039.400	100.00

Corpoica, 1993 a

Esta caracterizada por poseer suelos oxisoles y ultisoles ácidos, con una extensión territorial de 26 millones de hectáreas, de las cuales se estiman, que ocupa el 17% del área total del país, cuenta con 18 millones de hectáreas aptas para la explotación pecuaria (y su potencialidad ganadera es mostrada en la tabla número 2), las cuales están cubiertas por vegetación gramífera y algunas leguminosas nativas, donde tiene su asiento la ganadería bovina de carne (sistema cría y levante) y los equinos, especialmente en las regiones de la Altillanura u Orinoquia bien drenada y la Orinoquia inundable.

En la subregión del Piedemonte con aproximadamente 2 millones de hectáreas, ha

habido introducción de gramíneas mejoradas como el *Bracharia decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola* y *B. brizantha*, y algunas leguminosas como el Kudzú, *Centrosema*, *Desmodium*, *Stylosanthes* y *Arachis pintoi* o mani forrajero, que en conjunto con algunas miles de hectáreas sembradas en la Orinoquia bien drenada o mal drenada se estiman en 1 millón de hectáreas y es allí donde se realiza la ceba, se explota el doble propósito, tienen su asiento los bovinos con destino a la reproducción y la lechería tropical con razas especializadas como la Jersey.

Tabla 2: Area estimada en pastos y población bovina en la Orinoquia por sistema de producción.

SUBREGIÓN	PASTURA	ha (miles)	Cabezas (miles)	Cabezas/ha	SISTEMA PRODUCCIÓN
Piedemonte	Nativas	1.200	360	0.3	Carne-cria
	Introducidas	670	660	1.0	D.P.-ceba-leche-Animal Reproductor
Altillanura	Nativas	10.000	1.115	0.1	Carne-cria extensiva Carne-levante y ceba
	Introducidas	173	130	0.7	Carne-cria extensiva Carne-ceba
Sabana Inundable	Nativas	4.000	1.200	0.3	
	Introducidas	100	37	0.7	

Cárdenas y Colaboradores (1993)

La fortaleza de la región en el abastecimiento de carne local y el reto futuro a la exportación, donde el mejoramiento genético, el de las praderas (base de la alimentación), la salud (erradicación de fiebre aftosa) y las practicas de suplementación estratégica que evite la estacionalidad de la producción, nos podría

colocar en una posición bastante competitiva en los mercados internacionales. La Tabla 3 nos da una idea general de las ganancias de peso en praderas de sabanas nativas, gramíneas introducidas y asociaciones en áreas de sabanas tropical (Altillanura) y el Piedemonte llanero.

Tabla 3: Ganancias de peso en praderas de sabana nativa (*Trachipogon vestitus*), gramíneas introducidas y asociaciones en áreas de sabana tropical.

PASTURA	CARGA (animal/ha)	GANANCIAS DE PESO ANIMAL (kg)		
		Día	Año	Ha/año
<i>Trachipogon vestitus</i>	0.3	0.257	94	33
<i>T. vestitus</i> + banco proteína (2.000 m ² / animal)	0.5	0.310	113	57
<i>T. vestitus</i> + banco energía (2000 m ² / animal)	0.5	0.430	157	79
<i>B. decumbens</i> + <i>A. Pintoi</i>	3.0	0.550	-	576
<i>B. humidicola</i> (machos levante)	2.5	0.380	139	351
<i>B. humidicola</i> (vacas desecho)	1.5	0.500	120	180
<i>B. humidicola</i> (machos ceba)	1.5	0.570	135	205
<i>B. decumbens</i> + sal mineral + 12% S	3.0	0.550	-	580

CIAT, 1980; Lascano y Plazas, (1990)

A pesar del establecimiento en pastos introducidos y la tecnología desarrollada en las asociaciones gramíneas y leguminosas que mejoran la dieta base alimenticia del animal y en donde la producción se ha incrementado, al pasarse de una capacidad de carga de hasta de 10 veces (sabana nativa 0.3 animales/ha a 3 animal/ha en *B. decumbens* más *A. pintoi*), y las ganancias de peso que pasaron de 220 a 550 g/animal/día y las respectivas toneladas de carne por hectárea, aún continúan las problemáticas tecnológicas de persistencia de estas gramíneas y leguminosas en verano, donde se agota la materia seca, hay degradación de praderas y falta adopción del ganadero en el manejo de las mismas y no hay cultura en establecer leguminosas en pastoreo (fuente de proteína para el animal y fuente de nitrógeno para la gramínea); por lo tanto se hace absolutamente necesario la suplementación estratégica con productos y subproductos regionales y leguminosas forrajeras, que aunada a la ceba de animales jóvenes desde el destete, terminando con la fase de levante pero con un buen genotipo, que garantice animales de 30 a 32 meses en el mercado y un peso de 450 kg que los apetece el mercado local, pagándolo a buen precio y en donde la cultura de la tecnología de cortes de la carne, imprimiéndole un sello de calidad para su demanda.

La suplementación que también es válida para la producción de leche con base en una ganadería tropical especializada (Jersey) y de doble propósito y así garantizar la seguridad alimentaria a través de todo el año. La actividad agrícola regional se concentra especialmente en el Departamento del Meta en donde se cultivan anualmente entre 150 y 250 mil hectáreas, las cuales dependen de la situación agrícola regional, las condiciones del

mercado y las coyunturas de los modelos económicos. En 1988 se sembraron 32 mil hectáreas en Palma Africana, 95 mil en arroz, 20 mil en soya, 20 mil en plátano, 11 mil en maíz, 10 mil en yuca, 10 mil en sorgo, 10 mil en cacao, 7.567 en algodón (cifra regional), 1.600 en cítricos y 1.000 en papaya (Arango, 1988 citado por Cárdenas, 1993 a) y para 1997 el reporte era el siguiente: 45 mil hectáreas sembradas en Palma Africana, 85 mil en arroz, 19 mil en plátano, 13 mil en soya, 2.000 en algodón, 2.500 en cítricos, habiendo una reducción significativa en maíz, sorgo, papaya y cacao.

La importancia de los cultivos radica en la utilización de los subproductos de la cosecha (pajas, rastrojos, hojas, etc.) y de los de la Agroindustria (cascarilla, pulpa, harina de pulmentos, cachaza, tortas, etc.); así como el reciclaje para alimento de las excretas de las explotaciones avícola, bovina y porcina, en la producción de carne y leche.

3. La estación climática como factor de producción bovina en la orinoquia

La época de lluvia, caracterizada por alta precipitación y que va de Abril a Noviembre en un promedio general, anualmente estimula una alta producción de materia seca de los pastos naturales e introducidos, de otras alternativas forrajeras y de los cultivos intensivos como el arroz, la soya, el maíz, etc.; sin embargo, los forrajes tropicales usados para la alimentación animal (Tabla 4) son generalmente bajos en calidad nutricional, como para encontrar un ambiente ruminal eficiente para ser utilizados, con una repercusión en la baja productividad, por lo que la dieta debe ser complementada (Leng, 1988).

Tabla 4: Contenido de proteína cruda de especies nativas de la sabana tropical, CI Carimagua.

ESPECIE	SEMANAS POS-QUEMA				
	2	4	6	8	12
<i>Andropogon bicornis</i>	10.6	5.0	-	-	-
<i>Axonopus purpusii</i>	10.6	8.1	-	8.1	-
<i>Paspalum pectinatum</i>	8.1	6.9	6.6	6.3	5.0
<i>Trachipogon vestitus</i>	10.0	-	9.1	7.5	5.0

Fuente: Rippstein, 1996 CIAT

Pero es mucho más dramático en la época de verano, que trae como consecuencia una estacionalidad de la producción, algo que ha sido maximizado por el llamado fenómeno del Pacífico, con incremento en la temperatura de las horas del día, disminución del caudal de los ríos que nacen en la Cordillera Oriental y déficit en los volúmenes de precipitación especialmente en los meses de diciembre y parte de Febrero de 1998 (Min. Agricultura, y desarrollo social ICA, CORPOICA, y el IDEAM, 1998).

Hay factores medioambientales que generan lo anterior y que pueden persistir entre tres y siete meses en el trópico cálido Latinoamericano, haciendo que los niveles de producción de carne y/o leche no sean constantes durante el año. La productividad entonces, puede reducirse en un 50% en las ganaderías tropicales, debido principalmente a la escasez en cuanto a cantidad y calidad del forraje disponible en los meses de déficit hídrico (por falta de precipitación).

Fortaleza y potencialidades para la producción bovina de la orinoquia

- La Orinoquia tiene alrededor de cuatro millones de bovinos que representan el 20% de la población bovina nacional estimada en 20 millones de cabezas.
- Ha habido una introducción de alrededor de un millón de hectáreas especialmente del género *Brachiaria* y de algunas leguminosas como el Kudzú, Maní forrajero, *Desmodium* y *Stylosanthes* principalmente, en donde se ceban alrededor de 600 mil bovinos y se producen alrededor de 350 mil botellas de leche diarias para consumo local procedentes del sistema doble propósito y de la ganadería de leche tropical especializada.
- La región está muy cerca al principal centro de consumo y comercialización Santafé de Bogotá que obtiene la mayoría de bovinos con destino a satisfacer las necesidades de carne y algunos subproductos de la leche especialmente queso.
- En la Subregión del Piedemonte y especialmente las vegas se establecen los cultivos comerciales de arroz, maíz, plátano, cítricos y palma africana (aceite), que en altos porcentajes consume Bogotá; pudiéndose aprovechar los subproductos y residuos de la cosecha y de la Agroindustria como suplementos alimentarios para bovinos carne, leche y doble propósito, donde algunas fincas pueden integrar los sistemas agrícolas y pecuarios.

- Posee razas adaptadas a las condiciones del trópico cálido bajo como el Cebú, y razas criollas como el Sanmartinero y el Romosinuano, que bajo sistemas de cruzamientos dirigidos, se aprovecha el vigor híbrido, especialmente en la producción de carne, y mejora en la calidad de la canal.
 - La red fluvial, representada por el río Meta es una gran alternativa para la comercialización de productos de la canasta familiar con el exterior, especialmente la Comunidad Económica Europea, ya que el río desemboca al Orinoco y este al Océano Atlántico constituyéndose en un paso directo, menor tiempo y bajos costos del transporte y un mayor acercamiento entre las naciones.
 - Hay presencia institucional pública y privada para la solución de la problemática tecnológica de suelos, alimentación, salud y en general de producción y productividad agropecuaria.
 - La cultura de la interacción con las instituciones, gremios de productores, profesionales y universidades, ha ido creando conciencia para la solución de los problemas comunes al agro regional.
 - La vocación agropecuaria de la región, debe interactuar con la actual tendencia petrolera, por el descubrimiento y explotación de yacimientos, aprovechando los recursos por regalías para la protección del medio ambiente y estimular la seguridad alimentaria, donde los proyectos ganaderos deben ser una alternativa, bajo un sistema sostenible.
 - La tierra aún tiene un costo bajo, comparados con los precios del interior del país, lo que hace atractiva la inversión en el área.
- La problemática tecnológica para la producción animal**
- Si observamos las ventajas que como región nos brinda para involucrar sus tierras en el proceso productivo especialmente la ganadería bovina considerada hasta hoy junto con el petróleo, el principal renglón de explotación económica regional; así mismo posee limitantes para lograr que esta sea eficiente y económicamente rentable. Entre estas se tienen:
- Las altas temperaturas y humedad relativa que ocasiona estrés calórico. La fisiología del rumiante es cambiada por este, ya que disminuye el consumo de forrajes fibrosos, contribuyendo a disminuir la producción de ácidos grasos volátiles y la relación de acetato:propionato en el rumen, como fuentes de energía para el animal. Además durante el estrés térmico se disminuye la rumia y el pH ruminal, factores que también afectan la eficiencia de la fermentación ruminal.
 - La Orinoquia presenta suelos ácidos de baja fertilidad y alto contenido de aluminio intercambiable.
 - Excesos y déficit hídrico, lo que hace que la producción sea estacional, reduciéndose hasta en un 50% dicha producción.

- La baja producción de los hatos de la sabana es consecuencia de la deficiente calidad de los pastos nativos y de la escasa disponibilidad en la época seca. Esta es consecuencia de la baja fertilidad

de los suelos y de la distribución estacional de las lluvias, lo que hace necesario el uso de la quema controlada de las sabanas (Tabla 4).

Tabla 5: Calidad Nutricional de varias especies del genero *Brachiaria*.

ESPECIE	Proteína cruda (%)	Fibra en detergente neutro (%)	Degradabilidad <i>in sacco</i> a las 48 horas (%)
Attilanura en época seca			
<i>B. decumbens</i>	4.8	53.6	51.1
<i>B. dictyoneura</i>	3.3	56.2	46.1
<i>B. humidicola</i>	2.1	58.6	56.1
Piedemonte en época lluviosa			
<i>B. decumbens</i>	8.1	72.6	68.9
<i>B. dictyoneura</i>	6.6	78.7	67.3
<i>B. humidicola</i>	7.3	82.5	63.2*

* Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Laboratorio de Nutricional Animal C.I. La Libertad; Laredo y Cuesta, 1990a

- Baja a moderada calidad de las gramíneas nativas e introducidas. La cantidad de biomasa usada por los bovinos en pastoreo es baja (10% al 30%) debido entre otros al bajo valor nutritivo de los pastos tropicales, entre los que se destacan la deficiencia de proteína y minerales y a la baja disponibilidad de los nutrientes del pasto consumido (Leng, 1988).
- Inadecuadas prácticas de manejo en praderas y animales.
- Baja fertilidad, bajas tasas de crecimiento, largos periodos de intervalo entre partos, edad avanzada a la pubertad y al sacrificio.
- En general hay una baja calidad genética del ganado para la comercialización de sus productos, salvo algunas ganaderías que han hecho el cambio tecnológico.
- Desconocimiento de la tecnología disponible en el adecuado y eficiente uso de residuos de cosecha y productos agroindustriales en la alimentación animal.
- Altos costos de establecimiento de praderas.
- Baja persistencia de gramíneas y leguminosas.
- Presencia de plagas (mion, langosta brasilera) y enfermedades (nutricionales, carenciales como el síndrome de secadera, mortalidad bovina y su relación con el botulismo, tóxicas, virales y bacterianas) (Cárdenas, 1994; 1997).

El manejo de aguas se ilustra en la figura 1, en donde se destacan en forma global los recursos, equipos, la política gubernamental los agrosistemas involucrado, los estudios socioeconómicos, la transferencia de tecnología y la capacitación para obtener la calidad en el manejo y la solución respectiva en el suministro del agua.

Requerimientos de la flora ruminal y del animal

En la alimentación del rumiante debemos tener un conocimiento de la fisiología del rumen, como base de la producción de carne y leche, y en especial la fermentación de los carbohidratos y la formación de los productos finales de esta en términos de ácidos grasos volátiles como el acetato, propionato y butirato como fuentes de energía para mantenimiento y producción.

Así como la formación de otros productos como el metano (Figura 2); así como los productos de la digestión y metabolismo de los compuestos nitrogenados para la formación de proteína microbiana, amoníaco y proteína sobrepasante (Figura 3).

Para la suplementación estratégica hay que conocer las limitaciones que posee el alimento base para proveer los nutrientes requeridos, tanto para los microorganismos responsables de la actividad fermentativa, como para el animal hospedero.

Los nutrientes críticos para el rumiante varían en función de la actividad productiva y estado fisiológico de los animales, por ejemplo mientras que para la síntesis del tejido muscular (crecimiento) es crítica la disponibilidad de aminoácidos, para la lactancia además de éstos hay demandas especiales por glucosa y ácidos grasos de cadena larga (Preston y Leng, 1987).

En el caso de dietas basadas en los usos de alimentos fibrosos y pobres en proteína, como los encontrados durante la época de verano en el trópico, los nutrientes que pueden resultar limitantes para la actividad fermentativa ruminal son: nitrógeno fermentable, minerales y fibra de alta digestibilidad, en cambio para el rumiante las limitaciones serían en proteína sobrepasante, almidón sobrepasante y ácidos grasos de cadena larga (Peso, 1993).

Sobre el particular, debemos recordar que algunos grupos de nutrientes se necesitan para el buen funcionamiento fisiológico del bovino y en especial de la vaca en producción. En la alimentación del rumiante hay que considerar, que existen requerimientos de la flora y fauna ruminal y del animal en sí y que entre los dos existen marcadas diferencias.

Aunque la microbiota ruminal procesa nutrientes como la fibra para convertirla en productos aprovechables por el bovino, ella no es lo suficientemente eficiente para proveer todo lo que requiere el animal en ciertos estados fisiológicos, por ejemplo, el requerimiento de aminoácidos, durante las etapas de levante y de la preñez, la microbiota ruminal puede producir lo que el animal necesita, pero durante los primeros meses de vida del ternero, hasta cuando ha desarrollado su rumen, esta dependiendo de la leche como fuente de aminoácidos sobrepasantes, o sea que no son fermentado sino directamente absorbidos.

Lo mismo ocurre en la vaca durante la lactancia, cuando necesita un nivel de aminoácidos por encima de los sintetizados por las bacterias. En la tabla 6 se reportan los nutrientes que deben incluirse en la dieta para satisfacer los requerimientos de los microorganismos ruminales y del rumiante en sí.

Figura 1:

UNA DE LAS AREAS TEMATICAS PARA EL ACERCAMIENTO A LA DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS PARA EL PLAN DE MODERNIZACIÓN DE LA GANADERIA DEL TROPICO BAJO CORPOICA

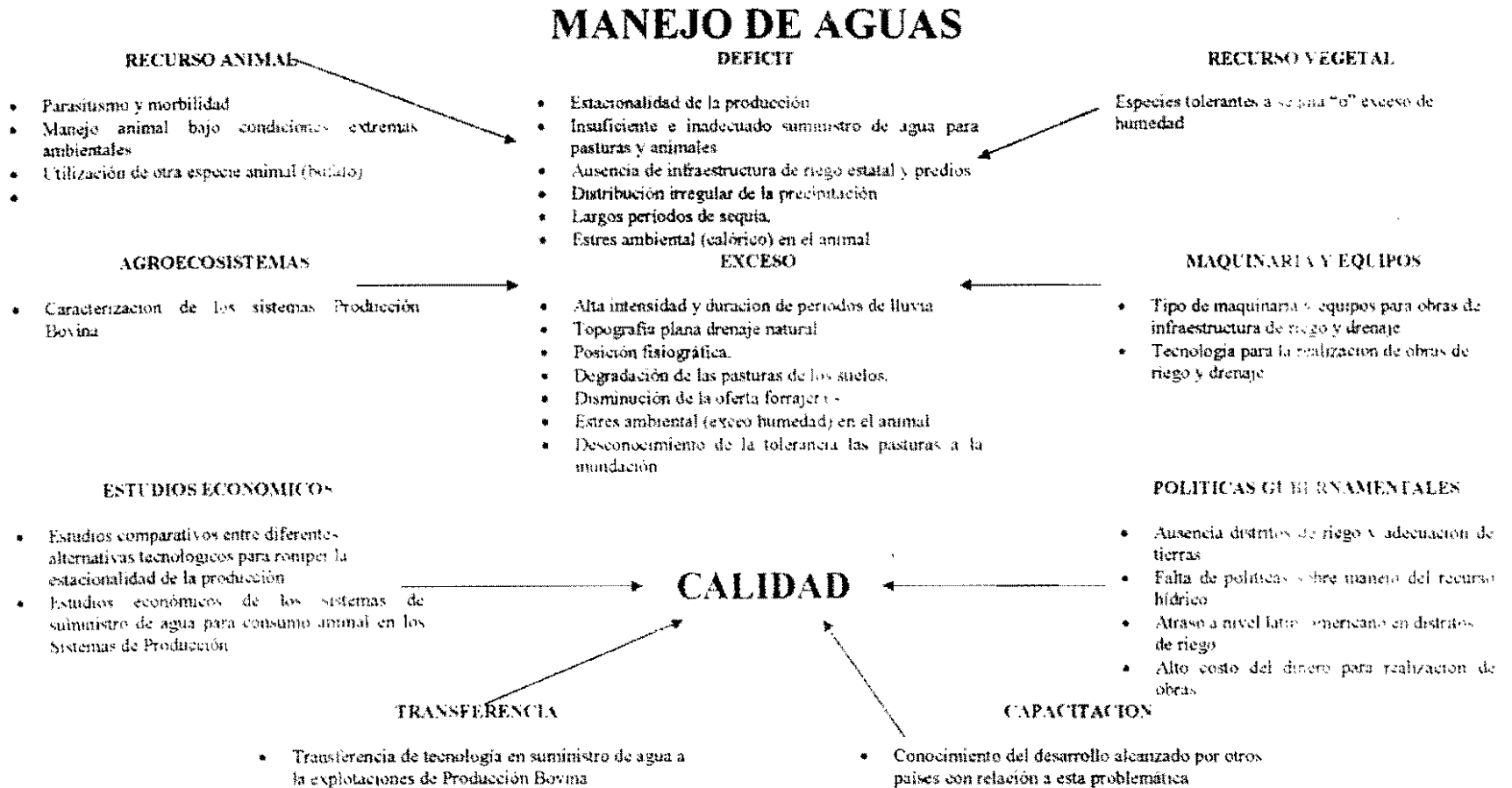


Figura 2: ESQUEMATICA REPRESENTACION DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA FERMENTACION DE CARBOHIDRATOS EN RUMEN

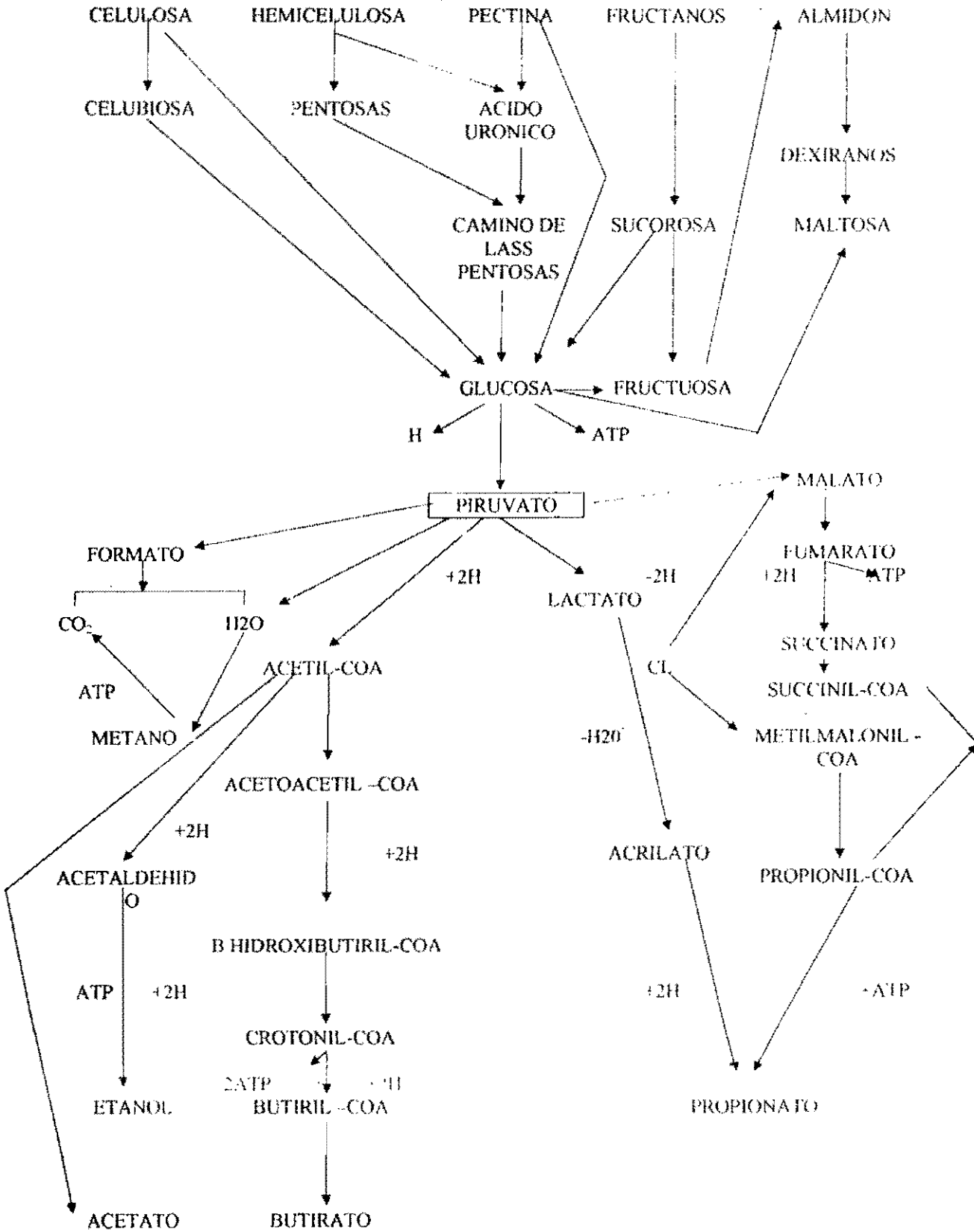
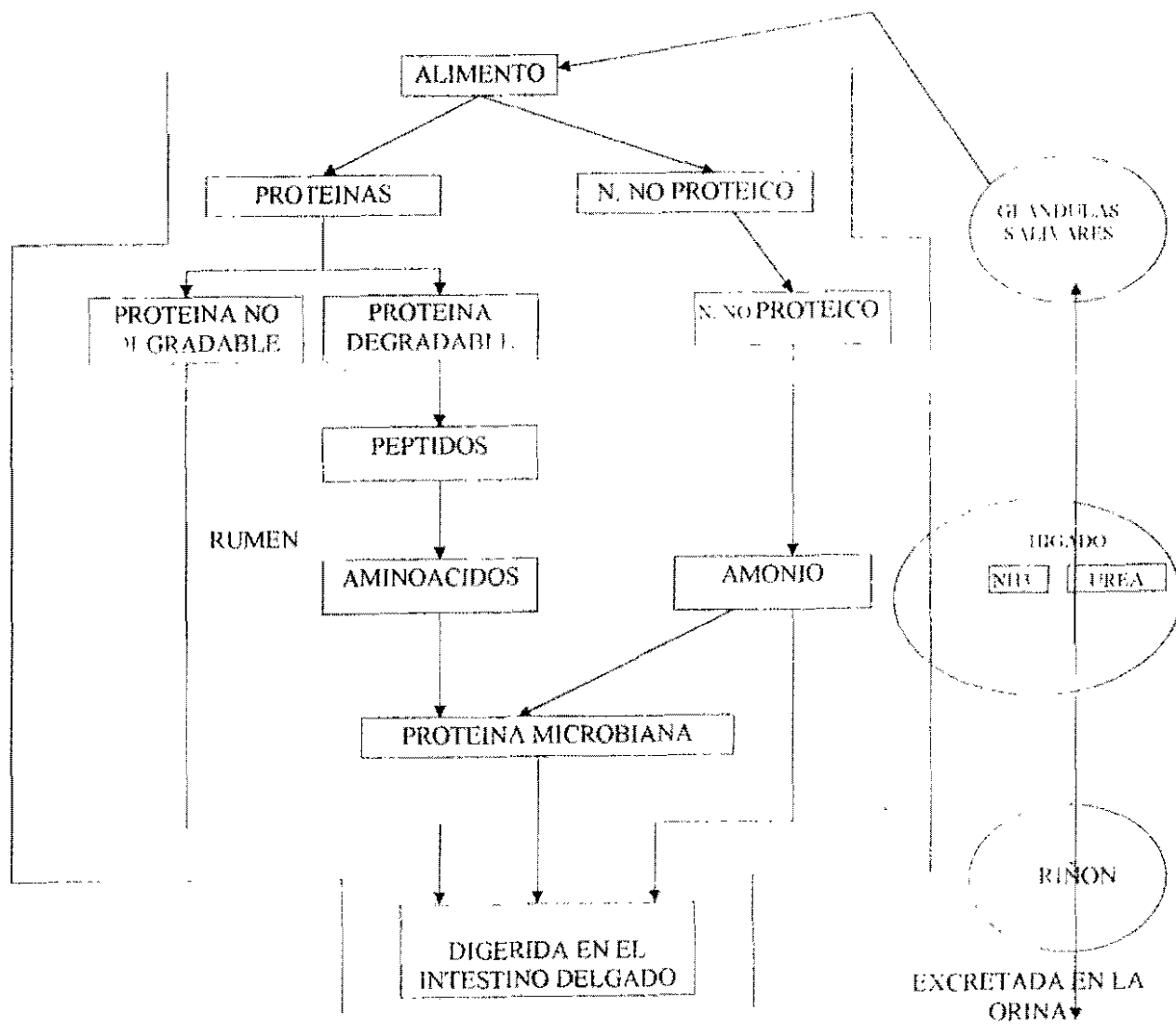


Figura 3

DIGESTION Y METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS NITROGENADOS EN EL RUMEN



MC DONALD ET AL (1988)

Tabla 6: Nutrientes requeridos por la microflora ruminal y el animal rumiante.

Flora ruminal	Fuente
1. Energía fermentable: para producción de ácidos grasos volátiles.	Fibra, azúcares del pasto tamos amonificados, melaza.
2. Nitrógeno fermentable: para producción de proteína bacteriana.	Proteína verdadera, aminoácidos, fuentes de N de gramíneas, gallinaza, urea.
Rumiante en sí	Fuente
1. Energía sobrepasante: precursores de glucosa	Almidón: harinas, salvado.
2. Proteína sobrepasante: absorción aminoácidos.	Leguminosas, tortas.

Fuente: Schneichel

Los pastos en buen estado pueden satisfacer los requerimientos de la flora ruminal y por lo menos una parte de las necesidades del rumiante, el resto lo tienen que aportar los nutrientes sobrepasantes si se quiere lograr un desempeño cercano al potencial genético del animal. El pasto viejo, está más lignificado y tiene menos N, lo que dificulta la acción de las bacterias las cuales entonces ya no están en condiciones de proveer la misma cantidad de los ácidos grasos volátiles (AGV) y

aminoácidos. Como consecuencia el rumiante estará más limitado, en rendir una producción aceptable. Sin energía sobrepasante, el organismo utiliza aminoácidos para sintetizar la glucosa, un proceso que cuesta mucha energía y también, disminuye la disponibilidad de los escasos aminoácidos para la producción de leche y carne. La tabla 7 nos muestra un ejemplo del balance de nitrógeno en el rumen, de acuerdo a Leng (1988)

Tabla 7: Calculo del balance teórico de nitrógeno en el rumen.

Peso animal: 200 kg	
Consumo forraje: 2.8% del peso vivo	= 200 kg x 2.8% = 5.6 kg materia seca (MS)
Digestibilidad de la MS: 55%	= 5.6 kg MS x 55% = 3.2 kg MS por día
Proteína en la MS: 8% con 80% de disponibilidad ruminal	= 5.6 kg MS x 8% x 80% = 358 g de proteína o 57.3 g de nitrógeno por día
Requerimientos de N por parte de los microorganismos (g/kg MS fermentada)	= 30 g N/ kg MS fermentada o 96 g N por día
Balance: Requerimientos-Aporte	= 96 g - 57.3 g = 38.7 g de nitrógeno (deficiencia)
Adición de 84 g de urea (46% de N)	= 38.6 g de nitrógeno

Uso subproductos agroindustriales y residuos de cosecha

Preston (1986) clasifica los subproductos y residuos de cosecha así:

Grupo 1: Fuentes alimenticias altas en fibra y bajos en nitrógeno, aquí se incluyen los más importantes residuos de cosecha como rastrojos y tallos de cereales, pajas y tallos de leguminosas y cáscaras de baja digestibilidad y contenido de nitrógeno de otras plantas.

Grupo 2: Subproductos altos en fibra y nitrógeno, comprenden en general productos de excreta animal y granos de cervecería.

Grupo 3: Subproductos bajos en fibra y en nitrógeno, incluyendo aquí los productos del procesamiento del azúcar a melazas, pulpas de cítricos, piña, desperdicios de banano y otros productos alimenticios del procesamiento de las plantas.

Grupo 4: Subproductos bajos en fibra y altos en nitrógeno, comprenden principalmente tortas y concentrados de semillas de aceite y desperdicios de matadero.

RESIDUOS DE COSECHA

1. JUSTIFICACIÓN

- Existe una gran diversidad de estos materiales que normalmente no se emplean, especialmente en regiones tropicales.
- Si bien se ha logrado mejorar la producción bovina con base en especies forrajeras más productivas y adaptadas al ambiente tropical, ella continúa siendo dependiente de las variaciones estacionales y

limitada por el costo de insumos tales como el fertilizante.

- La baja calidad de las pasturas impone limitaciones al nivel de producción animal que se podría alcanzar y a la eficacia con que se utilizan los recursos forrajeros.
- En muchas fincas, la ganadería se practica conjuntamente con actividades agrícolas y en pocos casos existe un manejo interactivo de ellas que conduzca a una mejor eficiencia total de estas actividades y de los recursos que emplean.
- La eliminación de ciertos residuos de cultivos es mandatorio, o conveniente, debido a que entorpecen las siguientes labranzas o representan factores de contaminación ambiental o focos de infección.

LIMITACIONES

- En algunos casos, su utilización requiere de inversiones en su cosecha y/o procesamiento.
- En otros casos, hay falta de información que permite valorarlos adecuadamente, lo que reduce las posibilidades de uso como alimentos.
- La disponibilidad de la mayoría de los residuos es estacional.
- Una gran proporción de residuos poseen un mayor valor nutritivo y ello hace que se tienda a generalizar que todos los residuos son pobres como alimentos.

- Hace falta guías prácticas para la utilización de los residuos y subproductos agrícolas.
- Particularmente en las empresas más especializadas (incluyendo la industria de alimentos para animales), hay una preferencia por usar materias primas importadas.
- En ciertos casos, la lejanía de los lugares de producción de los residuos agrícolas, con respecto a los lugares de utilización de los mismos, hace que el costo de estos recursos los torne inaccesibles al productor.

Estimadas en las áreas de cultivo en un kilogramo de residuo fibroso, por kilogramo de grano cosechado, que se caracterizan por ser invariablemente fibrosos (alto contenido de pared celular), baja digestibilidad y bajo nitrógeno. Estos se encuentran a nivel de finca, como el tamo de arroz, tusa de maíz, residuos del sorgo, tamo de soya etc.

El bajo valor nutritivo que presenta la mayoría de residuos agrícolas fibrosos, está asociado a una baja tasa de fermentación ruminal y/o lento tránsito por el tracto digestivo, por lo que si queremos utilizarlos con éxito en la producción bovina, se hace necesario hacerles algún tratamiento físico (molido), químico basado en la utilización de alcalis, como el tratamiento con amonio, urea), o un biológico que emplea un organismo que degrade lignina (hongos).

Los anteriores tratamientos aumentan la digestibilidad y el consumo de la materia seca, incrementando con lo anterior la ingestión de energía digestible o proteína (tratamiento con urea) (Escobar y Parra, 1980; Forero 1988).

Subproductos agroindustriales

Estos resultan de los procesamientos de las cosechas tales como semillas de aceites, caña de azúcar, mango, cítricos, maracuya, piña y banano, o del sacrificio de bovinos y procesamiento del pescado y están restringidos geográficamente en los sitios de factorías. Estos son ricos en proteínas (semillas de aceites y concentrados de origen animal) o azúcar fácilmente fermentables (melaza, pulpa de cítricos y de piña) y ocasionalmente en almidón (esporádicos de banano, cáscara de yuca) y generalmente bajos en fibra.

Entre las excepciones están el bagazo de la caña de azúcar, fibra de palma, pulpa de café y vainas de cacao (Preston, 1986). Algunos subproductos concentrados utilizados como suplementos energéticos o proteicos y de acuerdo al potencial para suplir compuestos proteicos o glucogénicos sobrepasantes, se reportan en las tablas 8 y 9.

Evaluación de la calidad nutricional de las alternativas alimenticias

La producción y productividad animal está influenciada primordialmente por el consumo de alimento, el que está a su vez determinado por la digestibilidad de la materia seca y la capacidad de la dieta de suplir el correcto balance de nutrientes requeridos por el animal en los diferentes estados productivos (Cuesta 1988).

Tabla 8: Algunos subproductos alimenticios concentrados usados como suplementos en rumiantes alimentados con forrajes toscos.

SUPLEMENTOS ENERGÉTICOS		SUPLEMENTOS PROTEICOS
Cebada	Grano quebrado, salvado	Harina de sangre
Yuca	Desperdicios	Torta de coco
Maiz	Salvado, germen	Harina de pescado
Arroz	Grano partido, salvado	Torta de mani molida
Caña de azúcar	Melaza	Torta de palma
Trigo	Grano partido, salvado	Torta de soya

Doyle et al. (1986)

Tabla 9: Puntaje de algunos ingredientes de acuerdo a su potencial para suplir compuestos proteicos o glucogénico sobrepasantes

INGREDIENTES	PROTEÍNAS SOBREPASANTES	COMPUESTOS GLUCOGÉNICOS
Jugo caña de azúcar *	1	2
Sorgo grano	1	4
Maiz grano	1	5
Heno de Alfalfa	2	1
Hojas de <i>Leucaena</i>	2	1
Trigo grano	3	3
Concentrado gluten de maíz	4	4
Concentrado torta de soya	4	4
Harina de carne	4	1
Harina de pescado	5	2
Harina de torta de algodón	5	4
Pulidura de arroz	4	5

*Contiene proteína no sobrepasante, pero parece que soporta alta eficiencia ruminal en la producción de proteína microbial.

1= El valor más bajo

5= El valor más alto

Fuente: Preston y Leng (1984)

Para que los aportes alimentarios sean adecuados, se debe entre otros cuantificar e identificar los nutrientes requeridos (proteicos, energéticos, grasas y minerales) e inhibidores que pueden limitar su disponibilidad (taninos, fitatos, saponinas, nitratos y nitritos, gossipol, concavalina, mimosina, oxalatos, etc.); así

como conocer la cantidad biodisponible de los nutrientes y el valor relativo de la dieta mediante pruebas de digestibilidad.

Aunque la composición química es determinada mediante pruebas analíticas (análisis proximal), durante los procesos de digestión y metabolismo, considerables pérdidas podrían ocurrir

Esto significa que el actual valor nutritivo del alimento, podría diferir considerablemente de la estimación analítica (Close y Menke, 1986). En la tabla 10 se detalla la potencialidad nutricional en su composición química de los

residuos de cosecha y agroindustriales; así como el de otras alternativas de suplementación (Tabla 11) y la calidad nutricional de la proteína con base en los aminoácidos esenciales (Tabla 12).

Tabla 10: Composición de productos agroindustriales.

Producto	Componente			
	Agua (%)	Proteína (% MS)	Pared celular (% MS)	Energía digerible (Mjoul/kg MS)
Residuos de cosecha				
Paja de maíz	20-45	5.8-7.0	70-80	7.8-8.3
Paja de sorgo	20-45	4.0-7.0	65-70	8.3-10.1
Paja de arroz	30-60	3.0-4.0	65-70	6.8-7.9
Paja de mani	15-30	10.0-15.0	40-50	8.3-10.1
Cogollo de caña	50-80	6.0-8.0	65-75	8.9-10.1
Hoja de banano	70-80	10.0-15.0	40-60	7.4-10.1
Hoja de yuca	60-80	20.0-25.0	35-45	12.9-13.8
Rastrojo de batata	60-70	12.0-18.0	40-50	12.0-12.9
Rastrojo de frijol	60-70	4.0-6.0	65-70	7.9-9.2
Rastrojo de soya	60-70	4.0-6.0	65-70	7.4-8.3
Residuos agroindustriales				
Tusa de maíz	15-25	2.5-3.5	80-90	7.4-8.9
Cascarilla de algodón	10-25	4.0-5.0	85-90	5.5-7.4
Capítulo de girasol	15-25	8.0-11.0	25-30	12.0-12.9
Bagazo de caña	46-52	0.5-2.4	85-90	4.6-5.5
Bagacillo de caña	15-20	0.5-2.4	85-90	5.2-6.5
Pulpa de café	80-90	9.0-13.0	35-40	9.6-11.0
Cáscara de cacao	5-15	6.0-8.0	50-55	6.3-8.3
Desperdicio de frutas	80-90	4.0-8.0	30-35	12.9-13.8
Bagazo de tomate	80-90	15.0-20.0	35-45	10.2-11.1
Cebada de cervecería	75-80	23.0-28.0	60-65	9.6-10.5

Fuente: Parra (1984), citado por Zapata (1988)

Tabla 11: Análisis de la calidad nutricional de las alternativas de suplementación.

Producto	PC (%)	FDN (%)	Degradabilidad ruminal (%)
Heno de tamo de arroz- pasto	5.2	55.0	47.5
Arroz paddy molido	7.6	21.4	74.3
Yuca seca molida	3.7	30.2	92.8
Pulpa de marañón molido	9.7	27.1	54.5
Hojas caña forrajera	5.3	72.1	46.3
Cañas forrajeras	1.9	35.7	69.2
Bagazo de caña	1.2	51.0	59.2
Melaza de caña	3.2-4.3	-	-
Desecho animales:			
- Ponedoras jaula	28.0	12.7*	52.3**
- Asaderos	31.3	16.8*	59.8**
- Porquinaza	23.5	14.8*	55.3**
- Hojas de matarratón	20.4	55.5	67.3
- Harina de arroz	15.7	13.2	96.0
- Cachaza sólida de palma	5.2	15.0	-
- Heno de caupi	17.0	40.0	72.9
- Heno de soya	16.0	50	-
- Torta de palmiste	14-18	20-30*	-

* = Fibra cruda total ** = Nutrientes digestibles totales (%) Laboratorio C.I. La Libertad (ICA - CORPOICA); Hacienda la cabaña (1995); Fontenot y colaboradores (1983)

Tabla 12: Contenido de aminoácidos dietéticamente indispensables en los suplementos agroindustriales.

Aminoácidos	Torta de palmiste	Harina de arroz con grasa	Torta de soya	Harina de arroz sin grasa
	(g/100g de proteína)			
Isoleucina	3.8	3.3	2.5	3.4
Leucina	6.6	6.2	3.7	6.5
*Metionina (s)	1.9	1.9	0.7	2.1
Lisina	3.6	4.0	2.8	4.3
*Cistina (s)	1.9	-	-	-
Fenilalanina	5.6	4.0	-	4.1
Tirosina	5.3	-	-	-
Treonina	3.3	3.3	-	3.8
Valina	5.2	4.9	-	5.2
Triptofano	1.0	-	0.7	-

Hacienda la cabaña (1995). Cárdenas (1992)
Gracellanos (1990)

Con base en la programación de investigación en el área de Nutrición y Alimentación iniciados por el ICA y hoy en día por CORPOICA, los proyectos encaminados a dar respuesta a la problemática tecnológica para el Piedemonte y la Altillanura colombiana del grupo regional pecuario, viene desarrollando proyectos en los que evalúa, la calidad

nutricional de las alternativas regionales y su utilización como suplementos en la producción de carne y leche en la época de verano. Como un ejemplo de lo anterior, se detalla los requerimientos nutricionales de bovinos (Tabla 13) y su aplicación en la producción de leche en vacas doble propósito en condiciones de sabana (Tabla 14).

Tabla 13: Requerimientos nutricionales de bovinos.

	Vaca 450 kg y producción de 5 kg leche	Novillo de 300 kg y ganancias de peso de 1.100 g/día
Materia seca (kg)	10.2	7.1
Proteína total (g)	911	866
Energía metabolizable (Mcal/kg)	19.1	18
Calcio (g)	26	26
Fósforo (g)	21	19

Gomez (1997)

Tabla 14: El conocimiento del valor nutritivo de los recursos alimenticios locales base de su potencialidad de uso como suplemento.

DIETA BASE	COMPOSICION SUPLEMENTO	APORTE NUTRICIONAL		PRODUCCIÓN DE LECHE
		PC (%)	EM (Mcal)	kg/ VACA DÍA
<i>Bracharia</i> spp.	67.4% de harina de marañón + 30% de melaza + 2% de urea + 0.6% de azufre	16.2	1.8	3.7
	66.4% de harina de yuca + 30% de melaza + 30% de urea + 0.6% de azufre	11.0	2.8	3.9
	67.4% de arroz paddy molido + 30% de melaza + 2% de urea + 0.6% de azufre	12.8	2.2	3.8
	2 kg de heno amonificado (5% de urea) + 300 g de melaza + 20 g de urea + 6 g de azufre	10.8	1.6	3.4
	300 g de melaza + 60 g de urea + 6 g de azufre	20.0	2.2	3.6

PC: proteína cruda EM: energía metabolizable Fuente: Trabajos de investigación del Grupo Regional Pecuario del C.I. Carimagua, Corpoica (1995-1997); Gómez y col. (1996)

De acuerdo a los requerimientos para la producción de leche en el experimento de Gómez y colaboradores (1997), se ajustó la cantidad de materia seca consumida, pero

solo se llenan los requerimientos de proteína al 50% y el de energía en un 70%, lo que demuestra la importancia de ajustar las necesidades de suplementación (Tabla 15).

Tabla 15: Datos de consumo de nutrientes para producción de leche en bovinos bajo condiciones de sabana tropical

Dieta base	Suplemento	Peso vaca (kg)	Consumo MS (kg/día)	Consumo PC (g/día)	Consumo EM (M/cal/día)
<i>Brachiaria</i> spp.	67.4% de harina de marañón + 30% de melaza + 2% de urea + 0.6% de azufre (Total: 1.7 kg)	428.4	8.6	467.5	13.75
	66.4% de harina de yuca + 30% de melaza + 30% de urea + 0.6% de azufre (Total: 1.9 kg)	431.4	8.6	459.5	15.6
	67.4% de arroz paddy molido + 30% de melaza + 2% de urea + 0.6% de azufre (Total: 1.9 kg)	428.2	8.8	466.5	15.4
	2 kg de heno amonificado (5% de urea) + 300 g de melaza + 20 g de urea + 6 g de azufre (Total: 23 kg)	430.0	8.6	447.5	14.1
	300 g de melaza + 60 g de urea + 6 g de azufre (Total: 0.366 kg)	432.0	9.0	475.2	13.3

MS: Materia seca PC: Proteína cruda EM: Energía metabolizable
Gómez y col. (1996)

De las respuestas en la eficiencia ruminal depende la producción de carne y/o leche bajo condiciones de pastoreo y la suplementación estratégica en época de verano

En la tabla 16 se muestran las respuestas a la suplementación nos brinda el ambiente ruminal, tal es el caso de la concentración del nitrógeno amoniacal, el número de protozoarios o bacterias ruminales por mililitro

de contenido ruminal. Dependiendo del tipo de suplemento hay respuestas a la concentración de amoníaco, que es vital para la microbiota ruminal y a la vez es esencial para el incremento en la degradación de los

alimentos fibrosos en las condiciones de trópico, los cuales deben superar entre 150-200 mg/l de contenido ruminal, para lograr aumentos significativos en la producción de carne o leche, así como el incremento de las bacterias celulolíticas y disminución en la cantidad de protozoarios que actúan como fagocitos de las bacterias, disminuyendo la cantidad de proteína microbiana que pasaria al intestino delgado.

La respuesta biológica en la producción de carne y/o leche a la suplementación con fuentes proteicas y energeticas en la estación seca

En el Piedemonte llanero y la Altillanura colombiana, se han realizado varias investigaciones encaminadas a la solución de la producción en etapas críticas como el verano y las cuales son mostradas en la tabla 17.

Tabla 16: Respuesta en la bioquímica ruminal a la suplementación de los recursos alimenticios como un factor para su uso estratégico en verano.

Dieta base	Suplemento	Sistema de producción	Nitrógeno amoniacal en el rumen	Importancia biológica	Fuente
<i>B. decumbens</i>	-	-	53 mg/l en verano y 139 mg/l en invierno	Mantenimiento de los microorganismos en el rumen. Deficiente en verano.	Cárdenas, 1988
<i>B. dictyoneura</i>	-	-	71 mg/l en invierno	Deficiente en verano e invierno.	
<i>B. brizantha</i>	-	-	74 mg/l en invierno	Deficiente en verano e invierno.	
<i>B. decumbens</i>	-	Novillas	69 mg/l en invierno	Crítico en verano.	Calderón y Cárdenas, 1990
	90 g de urea + 450 g de melaza	Novillas de levante DP	60.3 mg/l	Crítica concentración para mantenimiento de los microorganismos ruminales.	
	90 g de urea + 450 g de melaza + 450 g de pulidura de arroz		134 mg/l	Mantenimiento de los microorganismos ruminales.	
	90 g de urea + 450 g de melaza + 800 g de pulidura de arroz		144 mg/l	Mantenimiento de los microorganismos ruminales, ligero incremento para degradabilidad de la fibra. Aumento de bacterias de 2.6×10^9 a 3.4×10^9 /ml.	
<i>B. decumbens</i>	60 g de urea + 500 g de melaza	Novillas	276 mg/l	Incremento de la degradación de dietas fibrosas.	Cárdenas y González, 1989
	-		53 mg/l	-	
<i>B. decumbens</i>	Bloque nutricional: 50% de melaza + 20% de harina de arroz + 10% de urea + 15% de sal mineral + 5% de cal viva	Novillas post destete DP	59 mg/l	2.8×10^9 bacterias/ml, 1.5×10^8 protozoarios/ml y 4.0×10^7 levaduras/ml.	Borda y Ramírez, 1990
	Bloque nutricional: 25% de melaza + 25% de cachaza de palma + 20% de harina de arroz + 10% de urea + 15% de sal mineral + 5% de cal viva		193 mg/l	3.2×10^9 bacterias/ml, 5.3×10^8 protozoarios/ml y 8.2×10^9 levaduras/ml. Aumento en la concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ para mantenimiento de los microorganismos y la degradación de dietas fibrosas.	
<i>B. decumbens</i>	-	Ceba vacas viejas (7 años)	280 mg/l	Buena concentración de nitrógeno amoniacal para los microorganismos ruminales y la degradación de dietas fibrosas.	Gómez y Rojas, 1997
	Bloque nutricional: 40% de melaza + 10% de urea + 5% de sal mineral + 5% de torta de palmiste + 18% de harina de arroz + 2% de fibra de palma + 10% de cal viva + 10% de aceite crudo de palma		320 mg/l		
	Bloque nutricional: 40% de melaza + 10% de urea + 5% de sal común + 5% de palmiste + 18% de harina de arroz + 2% de fibra de palma + 10% de cal viva + 10% de aceite		400 mg/l		

Tabla 16 (Continuación): Respuesta en la bioquímica ruminal a la suplementación de los recursos alimenticios como un factor para su uso estratégico en verano.

Dieta base	Suplemento	Sistema de producción	Nitrógeno amoniacal en el rumen	Importancia biológica	Fuente
<i>B. decumbens</i>	60 g de urea + 300 g de melaza	Novillos	230 mg/l	Buena concentración de nitrógeno amoniacal para microorganismos ruminales y degradación de dietas fibrosas.	Gutiérrez, 1989
	-		45 mg/l	Nitrógeno amoniacal crítico	
	500 g de heno de hoja de yuca		48 mg/l		
<i>B. decumbens</i>	1000 g de concentrado de palmiste + urea-melaza + ácidos grasos acidulados.	Novillos	325 mg/l	Buena concentración de nitrógeno amoniacal para microorganismos ruminales y degradación de dietas fibrosas.	Gómez y col., 1993
<i>B. humidicola</i>	500 g de concentrado de palmiste + urea-melaza + ácidos grasos acidulados.		208 mg/l		

Tabla 17: La respuesta productiva a la suplementación en pastoreo con alimentos no tradicionales en época de verano.

Dieta base	Suplemento	Sistema de producción	Respuesta g/animal/día	Fuente
<i>B. brizantha</i> + <i>A. pintoi</i> + Kudzú	-	Novillos de ceba	>550	Cárdenas y col., 1994
<i>B. decumbens</i> + <i>A. pintoi</i>			480	
<i>B. dictyoneura</i> + <i>A. pintoi</i> + Kudzú			490	
<i>B. humidicola</i> + <i>A. pintoi</i>			490	
<i>B. decumbens</i>	-	Novillos de levante DP	400	Melo, 1989
	1.4 kg materia seca de matorrón		591	
	86 g de urea + 700 g de melaza		683	
<i>B. decumbens</i>	-	Termeros post destete DP (8-11 meses)	334	Borda y Ramírez, 1990
	Bloque nutricional: 25% de melaza + 25% de cachaza de palma + 20% de harina de arroz + 10% de urea + 15% de sal mineral + 5% de cal viva		374	
	Bloque nutricional: 50% de melaza + 20% de hanna de arroz + 10% de urea + 15% de sal mineral + 5% de cal viva		387	
<i>B. decumbens</i>	Bloque nutricional: 40% de + 10% de urea + 5% de sal mineral + 5% de palmiste + 18% harina de arroz + 2% de fibra de palma + 10% de cal viva + 10% de aceite crudo de palma	Ceba de vacas viejas (7 años)	608	Gómez y Rojas, 1997
	Bloque nutricional: 40% de melaza + 10% de urea + 5% de sal común + 5% de palmiste + 18% de harina de arroz + 2% de fibra de palma + 10% de cal viva + 10% de aceite		564	

Tabla 17 (Continuación): La respuesta productiva a la suplementación en pastoreo con alimentos no tradicionales en la época de verano.

Dieta base	Suplemento	Sistema de producción	Respuesta	Fuente
<i>B. decumbens</i>	90 g de urea + 450 g de melaza (melacero)	Novillas de levante DP	400 g/animal/día	Cardona y col., 1989
	90 g de urea + 450 g de melaza + 450 g de pulidura de arroz		800 g/animal/día	
	90 g de urea + 450 g de melaza + 800 g de pulidura de arroz		900 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>	60 g de urea + 500 g de melaza	Novillos de ceba	628 g/animal/día	Holguín y Calderón, 1987
	Heno de caupi		543 g/animal/día	
	Heno de soya (residuos)		515 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>	60 g de urea + 300 g de melaza	Novillos de ceba	440 g/animal/día	Gutiérrez, 1989
			163 g/animal/día	
	500 g de heno de hoja de yuca		283 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>	1 kg de concentrado (80% de arroz paddy + 6% de urea + 14% de melaza)	Novillos de ceba	1,375 g/animal/día	Martínez y col., 1989-1994; Programa DP ICA-Corpoica
		Novillas de levante	970 g/animal/día	
		Vacas doble propósito	7.2 kg de leche/día	
	Torta de algodón + harina de arroz + urea + azufre	Aumento 53% de leche		
<i>B. decumbens</i>		Vacas doble propósito		Hernández y Cárdenas, 1988
100 g de urea + 1 kg de melaza		1 kg de leche mas y 33 kg menos de pérdida de peso que vacas no suplementadas. 6.9 kg mas de aumento de peso en las crías.		
<i>B. decumbens</i>		Hembras ganado de carne	270 g/animal/día	González, 1989
	60 g de urea + 500 g de melaza		360 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>		Ceba de machos cebú	270 g/animal/día	García y Samiento, 1989
	500 g de melaza		366 g/animal/día	
	500 g de melaza + 60 g de urea		471 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>	Yuca integral (raíz y tallo)	Vacas doble propósito	Aumento de peso 16.2%	Programa DP ICA, 1991
		Machos cruzados DP	Incremento 260 a 290 g/animal	
Tamo de arroz amonificado al 3%		Levante de machos cebú	179 g/animal/día	Forero, 1988
	250 g de harina de arroz		286 g/animal/día	
	500 g de harina de arroz		595 g/animal/día	
	2 kg de follaje de Leucaena		571 g/animal/día	
	2 kg de follaje de Leucaena + 250 g de harina de arroz		595 g/animal/día	
	2 kg de follaje de Leucaena + 500 g de harina de arroz		607 g/animal/día	
<i>B. decumbens</i>		Temeros post destete de 10 a 12 meses	533 g/animal/día	Huertas, 1994
	2 a 4 kg de heno de follaje de yuca		450 g/animal/día	

La suplementación de vaca doble propósito en condiciones de pastoreo en el trópico bajo de la Atillanura (Tabla 18) es un reto especialmente durante la época seca, donde se puede producir leche por encima de los 3.8 kilos de leche vaca día. La suplementación incrementa la producción de leche en los

animales que recibieron la dieta de arroz paddy molino más urea más melaza (4.3 kg). Los tratamientos fueron superiores al testigo. Económicamente, la suplementación con 60 g de urea más 350 g de melaza o con tamo amonificado de arroz-pastos, fueron los más económicos (Gómez y col., 1996).

Tabla 18: Suplementación de vacas doble propósito en condiciones de trópico cálido bajo.

Pastoreo	Suplemento	Sistema de producción	Producción
<i>Brachiaria decumbens</i> + <i>B. dictyoneura</i> + <i>B. humidicola</i>	-	Vacas doble propósito	3.8 kg/vaca/día
	3 kg de heno de arroz pastos amonificado		4.2 kg/vaca/día
	60 g de urea + 350 g de melaza		4.1 kg/vaca/día
	Arroz paddy + 60 g de urea + 350 g de melaza		4.3 kg/vaca/día

Gómez y col., 1996

En condiciones de Piedemonte llanero bajo pastoreos de *B. decumbens*, la suplementación estratégica con proteína y grasa sobrepasante en la época seca durante 188 días, incrementó significativamente en la producción de leche en vacas doble propósitos (Tabla 19) (Anzola y col., 1990).

Como se observa en la tabla 20, por efecto de la suplementación con harina de arroz y torta de algodón a diferentes niveles, se mejoró la producción de leche total de 577.6 a 819.7 kg; la producción de leche por vaca/día incrementó de 3 a 4 kg; se mejoró la ganancia de peso de las vacas y el peso final se incrementó de 402.6 a 422.3 kg, y se mejoró la ganancia promedio de los terneros F1 de 336 a 542 g/animal/día y su peso final incrementó de 112.4 a 163.4 kg.

Por efectos del grupo racial del Gyr x Holstein, se obtuvieron los mejores resultados en producción de leche total 1049.2 kg y 5.2 kg por vaca/día. Los terneros Holstein x Cebú o

Gyr x Holstein obtuvieron las mejores ganancias de pesos con 468 a 470 g/día y el mejor peso final ajustado a 240 días con 147.4 y 149.9 kg. En ganancia de peso y peso final, los mejores resultados se obtuvieron con vacas Gyr x Holstein y Normando x Cebú.

El CIPAV (1987) en asocio con el Ingenio Cauca, han demostrado el incremento de carne en condiciones de confinamiento con la utilización de bagazo caña hidrolizado y la suplementación de miel fina, urea, matarratón, gallinaza y harina de arroz, con incrementos de peso diarios de 812 g/animal (Tabla 20)

Tabla 19: Producción diaria y total de leche en vacas doble propósito bajo condiciones de pastoreo en B. decumbens y suplementación estratégica durante 188 días de lactancia.

	No. Vacas	Producción de leche diaria	
		Total kg \pm S.E.	kg/día \pm S.E.
Suplemento			
Testigo	10	577.6 \pm 64.7	3.0 \pm 1.35
60 g de urea + 450 g melaza + 500 de harina de arroz	10	790.4 \pm 56.3	14.5 \pm 1.31
60 g de urea + 450 g melaza + 500 de harina de arroz + 500 g de torta de semilla de algodón	10	904.0 \pm 61.5	4.8 \pm 0.34
60 g de urea + 450 g melaza + 500 de harina de arroz + 1000 g de torta de semilla de algodón	10	819.9 \pm 63.2	4.1 \pm 0.35
Grupo racial			
Continuación tabla 19			
Normando x Cebú	14	697.6 \pm 49.0	3.6 \pm 0.27
Pardo x Cebú	10	698.8 \pm 59.9	3.8 \pm 0.332
Gyr x Holstein	7	1049.2 \pm 82.4	5.2 \pm 0.46
Holstein x Cebú	9	648.2 \pm 70.8	3.7 \pm 0.39

Anzola y col. (1990)

Tabla 20: Valores promedio de peso vivo y de consumo de alimento para 22 animales alimentados con base en bagazo hidrolizado durante el periodo final de 56 días del ensayo

Peso vivo inicial (kg)	265	
Peso vivo final (kg)	310	
Aumento diario (g)	812	
Consumo de alimento	Base fresca (kg/día)	Base seca (kg/día)
Bagazo hidrolizado	10	4.0
Miel final*	1.5	1.2
Urea	0.15	0.15
Matarratón	5.7	1.14
Gallinaza	0.57	0.46
Salvado de arroz	0.57	0.51
Total materia seca		7.46
Consumo materia seca por 100 kg peso vivo por día		2.6

* La urea esta disuelta en la miel final en una concentración de 10%. CIPAV e Ingenio Cauca, 1987

El costo del bagazo hidrolizado representa el 54%, la miel final 16% y el salvado de arroz solo el 7%, pero el precio de oportunidad del bagazo como combustible es de 1 peso. El presente ensayo es una motivación para hacer algo similar en la condiciones del Piedemonte llanero con la utilización de las

pajas de cultivos tratados con urea del 3 al 5% y las respectivas proporciones de miel panelera, matarratón o cualquier alternativa de leguminosa forrajera y harina de arroz que es un subproducto que se consigue localmente.

Los bloques multinutricionales a base de subproductos de la agroindustria, constituyen una posibilidad para mantener la producción bovina en épocas de sequía.

Existen varias formas para su fabricación en cuanto a porcentaje de elementos en el bloque (Tabla 21).

El bagazo o bagacillo de la caña, constituye la fuente de fibra, la melaza, cachaza molida de palma, o melaza pura sin diluir o melao de caña panelera, sería la fuente de energía que como en el caso de la melaza contiene mas del 50% de azúcares altamente digestibles, o como el aceite de palma africana (fuente energética); la urea sería la fuente de nitrógeno no proteico, la gellanina sería la fuente de proteínas y minerales, y el azufre como fuente de formación de aminoácidos azufrados, ya que además debemos recordar que la proteína microbiana del rumen es deficiente en estos aminoácidos ya que son esenciales en la formación de la misma.

Con los bloques se estima en el verano un consumo diario promedio entre 250 y 500 g por animal. Resultados de investigación del CIPAV (1987), para un hato doble propósito es enseñado en la figura 4, con el suministro de bloques multinutricionales especialmente indicados en épocas de sequía y principalmente en regiones colombianas donde ésta es más asentada, caso del Magdalena Medio, Costa Atlántica y los Llanos Orientales.

El sistema de ordeño era a fondo con maquina y amamantamiento restringido del ternero, durante 15 a 30 minutos después del ordeño y en pastoreo. La ventaja fue a favor del grupo de vacas que recibió el bloque multinutricional frente al que recibió 1 kg de concentrado comercial; desde el punto de vista económico, el consumo promedio de

bloque fue de 250 g por animal día, con un valor de \$7,00 en comparación con el grupo testigo que recibió 1 kg de concentrado con un costo de \$55.

Perspectivas del uso de la caña panelera integral

Muchos intentos se han realizado para establecer cultivos de caña de azúcar en la región de la Orinoquia y varios son los agricultores que producen panela o melao en pequeña escala para consumo local de la misma. Mirando las oportunidades, la siembra de la caña panelera y su calidad nutricional (fuente de energía-fibra), especialmente su uso en forma estratégica para las épocas de verano, tal como ha ocurrido con el cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca, donde el CIPAV (1987), obtiene engordes de novillos Lucerna, con base en este recurso en condiciones de confinamiento (Tabla 22).

En la Orinoquia, una vez las entidades de investigación avalen los diferentes materiales genéticos de caña panelera por su adaptación y producción de melao, como el caso de las primeras investigaciones parciales a nivel de pequeño productor que posee un trapiche en las cercanías de Carimagua, se entraría a evaluar a nivel animal la respuesta biológica por ejemplo el uso de la mezcla de este con la urea.

Como muestra la tabla 22, el uso de subproductos de la industria agrícola y pecuaria y la adición de Urea, en el engorde de bovinos, constituyen una buena alternativa, donde la dieta base en los Llanos Orientales, podría ser el tamo amonificado de arroz, que se produce en buena cantidad y es subutilizado.

Tabla 22: Evaluación económica del engorde de novillos lucerna con base en la caña de azúcar.

	Urea rociada	Sin urea	Miel-urea
Peso vivo inicial (kg)	202	210	192
Peso vivo final (kg)	331	312	305
Aumento diario (i)	0.849	0.671	0.770
Aumento diario (ii)	0.802	0.627	0.693
Costo de producción			
Caña (9% peso vivo; C\$ 1.25/kg (iii))	28.1	28.1	28.1
Caña (9% peso vivo; C\$ 2.56/kg (iv))	57.6	57.6	57.6
Urea (0.1 kg; C\$ 36/kg)	3.6		3.6
Miel final (1 kg; C\$ 15.6/kg)			15.6
Gallinaza (0.5 kg; C\$ 11/kg)	5.5	5.5	5.5
Salvado de arroz (0.5 kg; C\$ 40/kg)	20	20	20
Matarrañón (3% peso vivo; C\$ 6/kg)	4.5	4.5	4.5
Sal (0.06 kg; C\$ 60/kg)	3.6	3.6	3.6
Mano de obra (C\$ 1000/50 cabezas)	20	20	20
Costos totales			
(iii) Caña; costo de producción	125.8	122.8	141.4
(iv) Caña; costo de oportunidad	125.25	151.75	170.85
Punto de equilibrio para aumento diario según valor de la carne en pie de C\$ 200/kg			
(iii) Caña costo de producción	0.629	0.611	0.707
(iv) Caña costo de oportunidad	0.776	0.759	0.854

Fuente: CIPAV, 1987

El uso de follaje de leguminosas arbóreas (recurso genético del trópico) como fuente de proteína en la alimentación bovina

Debido a la importancia de la ganadería en las áreas tropicales con suelos ácidos y de baja fertilidad se considera importante seleccionar las leguminosas que se adaptan a esas condiciones (Cano y col., 1994). Rincón y colaboradores (1996), han ampliado los conocimientos sobre las leguminosas, un grupo de importancia económica ya que son después de las gramíneas las de mayor uso y consumo por parte del hombre.

Este grupo incluye 18.000 especies, de las cuales 20 han entrado a formar parte de la productividad agrícola, su capacidad en la fijación del nitrógeno, contribuyen al sostenimiento del recurso suelo y pueden

usarse como cerca viva, sombrío y ornamentales.

En el proyecto de investigación de leguminosas arbóreas del municipio de Villavicencio, reconocimiento y caracterización del potencial nutricional del follaje, se encontraron 50 especies pertenecientes a las leguminosas y distribuidas en 21 especies de *Mimosoidae*, 18 de *Caesalpinoideae* y 11 de *Faboideae*.

Los géneros más representativos fueron *Inga*, *Calliandra* y *Albizia* para *Mimosoidea*, *Senna* y *Bauhinia* para *Caesalpinoideae* y *Faboideae* con *Erithrina* y *Commarrouna*. Desde el punto de vista nutricional, los rasgos proteicos se encontraron entre 8.8 y 26.1% y una degradabilidad in sacco a las 48 horas de 16 a 78.4%.

Las leguminosas con alto contenido en proteínas y alta degradabilidad, pueden ser considerados como fuente de nitrógeno fermentable a nivel ruminal; y especies con alto bajo o bajo contenido de proteína, pero baja degradabilidad, podrían ser tenidas en cuenta como alternativa para ser utilizados en bovinos con alta producción láctea y estas podrían estar relacionadas con un alto contenido de polifenoles (taninos), y ser proteínas consideradas sobrepasantes; haciéndose necesario determinar, que tanta variabilidad existente en el contenido de estos elementos considerados como antinutricionales en las especies con mejor comportamiento agronómico, como lo afirman Canos y colaboradores (1994).

De acuerdo a la potencialidad en la calidad nutricional, 29 especies serían potencialmente buenas y podrían usarse como alimento, además las leguminosas arbóreas constituyen una alternativa desde el punto de vista de la sostenibilidad de los sistemas de producción

El uso de follaje arbóreo como suplemento de bovinos es mostrado en el trabajo de Melo y colaboradores (1989) (Tabla 17) y del CIPAV (1987) (Tabla 23) El suministro de follaje matarratón como suplemento único para terneros de la raza lucerna, levantados con el sistema de amamantamiento restringido, los cuales pesaron al inicio del experimento 45 kg y tuvo una duración de 114 días con 6 animales por tratamiento.

Como lo muestra la tabla 23, los resultados en ganancias de peso fueron superiores en el tratamiento basado en concentrado comercial; sin embargo, la tasa de crecimiento de los terneros que recibieron matarratón fue satisfactoria (500 g/día) y resultó mucho más económico, comparado con el uso de los concentrado comerciales.

Tabla 23: Comportamiento animal y costos comparativos de sistemas de suplementación de terneros criados por el amamantamiento restringido: uso de concentrado comercial o follaje de matarratón.

	Concentrado comercial	Follaje de matarratón
Número de terneros	6	6
Peso vivo inicial (kg)	46.3	45.8
Peso vivo final (kg)	142	112
Aumento diario (kg)	0.84	0.58
Consumo de concentrado (kg)	128	-
Consumo de matarratón fresco (kg)	-	266
Costo (\$)	5999	1596
Costo (\$/kg aumento)	62.7	24.1

Fuente: CIPAV, 1987

13. CONCLUSIONES

La producción bovina bajo condiciones de pastoreo tropical, se constituye en una gran industria ya que proveen la mayor cantidad,

destinada al consumo de carne y leche. Sin embargo, la cantidad de biomasa forrajera, que es usada por los bovinos, es muy baja debido al relativo bajo valor nutritivo de las pasturas, generalmente bajas en proteína,

carbohidratos soluble, fósforo y baja degradabilidad de la materia seca.

Esto hace que haya una baja disponibilidad de los nutrientes, que reducen la eficiencia con la cual ellos son utilizados siendo más crítico en verano y por lo tanto, se presente una baja producción de carne y/o leche. Los efectos directos del clima, la estacionalidad de las lluvias, la calidad general de los animales y la calidad y estacionalidad de los alimentos disponibles para los bovinos en el trópico cálido bajo, como la Orinoquia son factores importantes que limitan la producción.

Cada año en la región se presenta una época de sequía de 3 a 5 meses, durante lo cual los pastos son escasos y de baja calidad, afectando hasta en un 50% la productividad ganadera y en días acentuados por el fenómeno del pacífico, que en muchos casos ocasiona altas tasas de mortalidad, especialmente debido a la falta dramática de una adecuada disponibilidad de forraje y a una falta de llenar los requerimientos nutricionales en cuanto a proteína, energía; minerales y suministro de agua.

Si bien se ha logrado mejorar la productividad bovina con base en especies forrajeras más productivas y adecuadas al ambiente tropical (*Brachiaria*), y leguminosas como el Kudzú, *Arachis pintoi* y otras, estas continúan siendo dependientes de las variaciones estacionales y limitadas por los altos costos de establecimientos, y altos costos de insumos como los fertilizantes.

Aún con las gramíneas y leguminosas introducidas hay problemas de persistencia, especialmente en la época de verano con agotamiento de la cantidad de materia seca para el bovino. Existe una gran variedad de materiales que normalmente no se emplean

como alimento base y como suplemento, tales como materiales vegetales, productos y subproductos de la agroindustria, excretas y otros subproductos animales y recursos genéticos de los trópicos como las arbóreas que son potencialmente útiles especialmente en la época seca.

Recordemos que el costo del alimento puede representar hasta un 70% del costo de la producción en la industria ganadera. Para su utilización, necesitan ser evaluados desde el punto de vista composición cualitativa (MS, PC, FDN, minerales) y de los factores antinutricionales; luego necesitan la caracterización bioquímica, ya que considerables pérdidas pueden ocurrir durante los procesos digestivos y metabólicos a nivel del rumen.

Los productos biológicos constituyen la clave para la futura toma de decisiones y las recomendaciones a nivel del productor, partiendo del rendimiento de algunos aspectos básicos de nutrición y suplementación, así como las respuestas en cuanto a cantidad de los productos de la fermentación Ruminal (amoníaco, proteína microbiana, ácidos grasos volátiles y metano) y de acuerdo a su proporción los efectos en la producción de carne o leche.

La gama de ensayos y esfuerzo institucionales que se han realizado a través del ICA, CORPOICA, las Universidades, CIPAV y otros organismos, con el ánimo de contribuir a resolver la problemática de la estacionalidad de la producción han sido mostrados en el presente trabajo, ya que las respuestas biológicas en cuanto a la producción de carne o leche y la rentabilidad económica, permitirán su adopción por parte de los productores.

El gran reto es producir carne y/o leche frente a los costos de la tierra y competir con otros renglones como la acuicultura en términos de toneladas por hectárea. Es a través de este tipo de eventos, donde debemos crear conciencia ganadera y que los productores reciban si la transferencia del conocimiento con programas dirigidos por los profesionales, mediante una Asistencia Técnica Integral en el uso eficiente de los recursos disponibles

Una buena producción estabilizada a través del año con programas en el uso del recurso genético mejorado que responda a la suplementación de acuerdo a los requerimientos nutricionales, la ceba de bovinos jóvenes (30 a 32 meses), acompañado de una buena sanidad animal y una garantía estable de precios altamente competitivos nos pondrían en un nivel de privilegios gracias a la demanda interna y a la potencialidad futura de exportación, adoptando la cultura de cortes y calidad de la carne (Tablas 24, 25 y 26).

El privilegio de la región para la producción de leche con rasas adaptadas al trópico altamente eficientes (Jersey) y a través del

sistema doble propósito, se garantizaría satisfacer la demanda local y la futura demanda hacia Bogotá y por que no la exportación en un mediano plazo, ya que a través de la seguridad alimentaria interna es como nos defendemos la protección del mercado local pero siendo competitivos.

El gran reto es producir carne y/o leche frente a los costos de la tierra y competir con otros renglones como la acuicultura en términos de toneladas por hectárea.

Tabla 24: Peso de la canal caliente y refrigerada y el rendimiento de bovinos tipo carne

Orinoquia					
	Peso sacrificio (kg)*	Peso canal caliente (kg)	Rendimiento (%)	Peso canal fría (kg)	Rendimiento (%)
Criollo	415	233	56	229	56
Cebú	430	251	58	244	57
Cruces	474	264	56	259	56
Promedio	440 **	249	57	244	55.6
Región del caribe					
	Peso sacrificio (kg)	Peso canal caliente (kg)	Rendimiento (%)	Peso canal fría (kg)	Rendimiento (%)
Promedio	440**	263	60	261	59
Cruces	463	286	62	283	61

* 24 horas de ayuno y transporte; ** edad promedio de sacrificio 36 meses; Fuente: Gómez y col., 1998

Tabla 25: Peso y rendimiento de carne de animales de diferentes regiones del país.

Región	Edad (meses)	Sexo	Sistema de producción	Peso sacrificio (kg)	Peso canal caliente (kg)	Rendimiento (%)
Caribe	33	M	Carne	440	263	60
	37	M	Doble prop.	446	274	59
Andina	32	M	Carne	424	247	58
	37	M	Doble prop.	463	247	54
	33	H	Carne	264	212	58
Orinoquia Piedemonte	32	M	Carne	440	249	57
Orinoquia	37	M	Doble prop	476	260	56
	Vaca desecho	H	Carne	289	150	51.7

Fuente: Gómez y col., 1998; Cárdenas, 1982

Tabla 26: Peso de la canal caliente y fría y sus rendimientos en ganado bovino Cebú y el cruce San Marino por Cebú F1 en el C.I. Carimagua.

Raza	(n)	Peso canal fría kg	Carne limpia		Hueso		Grasa		Relación	
			Kg	%	Kg	%	Kg	%	carne: hueso	carne: grasa
CEBU	12	254.2	154.9	61	58.8	2.3	39.1	15	2.61	4.01
SM X C	12	256.2	161.5	63	56.1	22	36.9	14	2.91	4.41
TOTAL	24	255.2	158.2	62	52.5	22	38	15		

Fuente: Gómez y col., 1998

BIBLIOGRAFIA

- ANZOLA, H.J., MARTINEZ, C.G., GOMEZ, S.J., HERNANDEZ, S. Y. y HUERTAS, R.H. 1990. Strategic supplementation of bypass protein and fat to dual purpose cattle in the Colombian tropic during the dry season. *Livestock Research for Rural Development*. Vol 2 : 3. P 1 – 9.
- BORDA, G.I.J y RAMÍREZ, T.P.R. 1990. Suplementación en terneras posdestete doble propósito con bloques nutricionales en el Piedemonte del Meta. Tesis, MVZ, Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales
- BOTERO, R. 1989. Manejo de explotaciones ganaderas en las sabanas bien drenadas de los Llanos Orientales de Colombia, CIAT. Cali, Colombia, 100p.

- CALDERON, R.A y CÁRDENAS, G.A. 1990. Microflora ruminal de Bovinos en pastoreo de (*B. decumbens*) con y sin suplementación en el Piedemonte Llanero. Tesis, MVZ, Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales.
- CANO, R., CARULLA, J. y LASCANO, C.E. 1994. Métodos de conservación de muestras de forraje de leguminosas tropicales y su efecto en el nivel y en la actividad biológica de los taninos. *Pasturas Tropicales*, Vol. 16 (1), 2-7. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- CARDENAS G.D. 1988. Limitantes de la baja producción ganadera de los Llanos Orientales. Programa de Nutrición Animal. En informe Anual de actividades, ICA, CI La Libertad Villavicencio. 68 P.
- CARDENAS, G.D. 1988a. Determinación de la concentración de nitrógeno amoniacal a nivel de líquido ruminal de acuerdo a tipo de dieta. En: Informe Anual de Actividades, programa Nutrición Animal CI la Libertad ICA, Villavicencio. 68p.
- CARDENAS G, D. 1992. The nutritional evaluation of Colombian rice polishings as a feed supplement for ruminants. Ph.D. Thesis. Aberdeen University, UK.
- CARDENAS G, D. 1993. Conceptos básicos de nutrición y bioquímica en rumiantes. En: Nuevos Enfoques sobre Reproducción Bovina en el Trópico. Curso, Puerto López, Arauca y Granada. (Nov 17-19; 24-26; Dic 1-3/93). ICA, Regional 8. Plan de choque tecnológico.
- CARDENAS, G.D. 1993a. Características nutricionales de las alternativas forrajeras y de los subproductos Agroindustriales como fuentes de alimentación y sus efectos en la producción bovina. ICA, Plan de Choque Tecnológico, Boletín. Villavicencio, 28 p.
- CARDENAS, G.D. 1994. Sistemas sostenibles de producción bovina para la Orinoquia. En: Curso Internacional sobre Sistemas sostenibles de producción animal. UDCA, mayo 12 – 14 / 94 Santa fe de Bogotá. Agrorinoquia, Año 1, número 4. CORPOICA – SEAGRO, P: 15 – 35.
- CARDENAS, G.D. 1997. El Río Meta, un recurso natural de mucho valor para el desarrollo económico de la Orinoquia y el País. Coyuntura, Año 3 No. 8, 13-14.
- CARDENAS, G.D., GOMEZ, S.J., HERNANDEZ, S.Y., HUERTAS, R.H., JIMENEZ, L.J., ACOSTA, A., NAVAS, R.G., PEREZ, B.R. y MEDINA, G.D. 1993. Proyecto Regional Pecuario de investigación y transferencia de tecnología Orinoquia Colombiana. ICA-CORPOICA Regional 8, C.I. La Libertad. Villavicencio, Nov. 93, Documento de Trabajo.
- CARDENAS, G.D., MARTINEZ, C.G., HUERTAS, R.H.H JIMENEZ, L.J., HERNANDEZ, S.Y., PEREZ, B.R., ACOSTA, E.A., GOMEZ, S.J. y MEDINA, D.J. 1994. Resultados de los proyectos de investigación del área pecuaria adelantados en 1993 con proyección 1994. ICA-CORPOICA Grupo Regional Pecuario de Investigación y Transferencia de Tecnología. C.I. La Libertad, Sep. 93, Documento de Trabajo.

- CARDONA, J.F., HERNANDEZ, S.Y., CARDENAS, G.D., MARTÍNEZ, C.G. y MEDINA, D.J. 1989. Efecto en las tasas de crecimiento en novillas de levante doble propósito con la suplementación de Urea/Melaza y Harina de Arroz bajo condiciones de pastores en *B. decumbens*. Programa doble propósito. Informe Anual, ICA, la Libertad, Villavicencio, Meta.
- Centro Internacional de Agricultura (CIAT). 1980. Annual Report. Tropical Pastures 1979, Cali, Colombia.
- CHAMORRO, V.D. 1990. Bloques multinutricionales, una alternativa de alimentación par su ganado en épocas críticas. ICA, Regional 6. CRECED Norte del Huila. Plegable divulgativo 221
- CIPAV. 1987. Los bloques multinutricionales. En: Ajuste de los Sistemas Pecuarios a los recursos tropicales. Suplemento Ganadero, Banco Ganadero, Vol. 7:2 Bogotá p. 49 - 52
- CIPAV. 1987. Desarrollo de un sistema alimentario para bovinos basado en la caña integral. En: Ajuste de los sistemas Pecuarios a los recursos tropicales. Suplemento Ganadero. Banco Ganadero, Vol. 7:2 Bogotá p. 35 - 40.
- CIPAV. 1987. Las leguminosas arbóreas, su productividad y valor nutricional. En: Ajuste de los sistemas Pecuarios a los recursos tropicales. Suplemento Ganadero, Banco Ganadero, Vol. 7:2 Bogotá p. 41 - 47.
- CLOSE, W. y MENKE, K.H. 1986. Selected topics in animal nutrition (manual prepared for the 3th Hohenheim course on Animal Nutrition in the Tropics and Semi-Tropics) 2nd edition.
- CORPOICA. 1993. Programas de investigación y transferencia Agropecuaria Regional Llanos Orientales. Documento de trabajo, Edt: Tapiero, A (Coordinador Regional Agrícola) y Cárdenas, G.D (Coordinador Regional Investigación Pecuaria. Colaboración grupos regional Agrícola y Pecuaria de investigación. Villavicencio C.I. La Libertad. 79 p.
- CORPOICA 1993a. Resultados de los proyectos de investigación área pecuaria adelantados en 1993 con proyección 1994. Proyecto Evaluación del potencial de producción animal de asociación de gramíneas y leguminosas en el Piedemonte Llanero. Grupo regional Pecuario. Documento de trabajo C.I La Libertad.
- CORPOICA CIAT. CONVENIO. 1995. Características nutricionales y bioquímicas de las alternativas de alimentación y/o suplementación para la producción de leche y carne durante la época seca en la Altillanura plana (proyecto Dario Cardenas García y Carlos J. Tobón Y. Grupo Pecuario de investigación. Informe anual Carimagua. P. 27 - 32.
- CORREDOR, D.G. y JARAMILLO, J.C. 1989. Alimentación de vacas y cabras en la finca campesina. Federación Nacional de Cafeteros. Edít: L,R VARGAS, Bogotá. Boletín de extensión número 66.

- CORREDOR, D.G. y JARAMILLO, J.C. 1989. Plantas forrajeras: Proteína barata para el ganado. Federación Nacional de Cafeteros. Edit: L R VARGAS, Bogotá. Boletín de extensión.
- CUESTA, P.A. 1988. Calidad nutritiva de los alimentos y factores que la afectan. En: Avances en nutrición animal. Primer curso. LAREDO, C.M.A. y ANZOLA, V.H.J. (eds.) Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Subg. De Investigación y Transferencia de Tecnología, División Disciplinas Pecuarias, Programa Nacional de Nutrición Animal. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria Tibaitatá. p 119-139.
- DOYLE, P.T; DEVENDRA, C. y PEARCE, G.R. 1986: In: Rice straw as a feed for ruminants. International Development Program of Australian Universities and Colleges limited (IDP), Canberra.
- ESCOBAR, A. y PARRA, A. 1980. Procedimientos y tratamientos físico-químicos de residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. En: Memoria de Reunión de Trabajo en el Centro Agropecuario Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. P 97-106.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1989. Alimentación de vacas y cabras en la finca campesina. Boletín de extensión No. 66. 18pp.
- FONTENOT, J.R. SMITH, L.W. y SUTTON, A.L., 1983. *Animal Science*: 57 (2), 222.
- FORERO, M.O. 1988. Utilización de la paja de arroz en la alimentación del ganado. En: Laredo, C.M.A. y Anzola V. (ed.) Primer curso sobre avances en Nutrición Animal. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria Tibaitatá, Bogotá. p. 286-297.
- GARCÍA, M.S.A. y SARMIENTO, M.D. 1988. Suplementación de ganado de ceba en pastoreo con urea melaza en verano en el Piedemonte Llanero, MVZ, Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales.
- GOMEZ, S.J. 1997. La Suplementación alimenticia de los bovinos en la época seca. En: Por el desarrollo Agropecuario y medioambiental del Departamento del Vichada. Seminario Taller, memorias. Compilador A. Bohorquez. Min Agricultura – SINTAP- PRONATTA – UMATA Puerto Carreño. Kaliawidi. Nodo Vichada. P: 12 –26.
- GOMEZ, S.J. 1997. Producción de leche en la Atillanura plana en época seca bajo pastoreo de *Bracharia* y Suplementación. En: Por el desarrollo Agropecuario y medioambiental del Departamento del Vichada. Seminario Taller, memorias. Compilador A. Bohorquez. Min Agricultura – SINTAP- PRONATTA – UMATA Puerto Carreño. Kaliawidi. Nodo Vichada. P: 27 – 34.
- GOMEZ, G.J. 1998. Informe final programa Ganado de carne. Corpoica Regional 8. Centro de Investigación Carimagua febrero, 1998.

- GOMEZ, S.J., ACOSTA, V.M.E., CARDENAS, G.D. y LOZANO, L.J. 1996. Utilización de subproductos Agroindustriales en producción de leche en vacas doble propósito en época seca. Tesis. Zootecnista. Universidad Salle. C.I Carimagua.
- GOMEZ, S.J. y ROJAS, Q.W.D. 1997. Evaluación de la respuesta a la suplementación con bloques nutricionales en vacas de desecho utilizando aceite de palma. Tesis de pregrado, Medicina Veterinaria y Zootecnia. Datos preliminares. Tesis en proceso. Unillanos.
- GONZÁLEZ, G.R.E. 1989. Comportamiento de novillas pastoreando en *B. decumbens*, Suplementadas con Urea Melaza en el Pie de Monte Llanero. Tesis, MVZ, Universidad Tecnológica de los Llanos. 78p
- GRACELLANOS. 1990. Análisis químicos de la torta de soya. Folleto divulgativo. Torta de soya Villavicencio.
- GUTIÉRREZ, C.C. 1989. Suplementación de novillos con forraje de yuca Urea-melaza en pastoreo *B. decumbens*. Durante la época seca. Tesis Zootecnista, Corporación Universitaria de Ciencias Agropecuarias, Facultad de Zootecnia 86p.
- HACIENDA LA CABAÑA. 1995. Torta de palmiste, características nutricionales, Bogotá. 4p.
- HERNANDEZ, B.G. 1991. Alternativas Genéticas para producir leche en climas cálidos. En: Producción y Tecnología lechera para Colombia. Suplemento ganadero, 8 (3): 88-p.
- HERNANDEZ, S.Y., MARTÍNEZ, C.G., HUERTAS, R.H.B., JIMÉNEZ, L.J., VILLAR, C.C., Y ACOSTA, A.A. 1990. Programa de ganado de doble propósito. En: Informe Anual de Actividades, ICA, C.I. la Libertad. 109p.
- HERNANDEZ, S.Y. y CARDENAS, G.D. 1988. Suplementación de vacas lactantes doble propósito en periodo de verano con melaza urea. En: Informe Anual de Actividades, Sección doble propósito. ICA, C.I. la Libertad, Villavicencio 72p.
- HOLGUIN, V.E. y CALDERÓN, S.F.S. 1987. Suplementación en pastoreo de novillos con urea-melaza y henos de caupi y soya en el municipio de Villavicencio. Tesis, MVZ, Unillanos. 64p.
- HUERTAS, R.H. 1994. Utilización de la planta de yuca en alimentación animal. ACHAGUA, 1: 1 Corpoica Reg 8. Villavicencio p 49 – 54.
- HUNGATE, R.E. 1966. The rumen and its microbes. Academic press, New York.
- LAREDO, C.M.A. y CUESTA, P.A. 1990. Tabla de contenido Nutricional en productos y subproductos agroindustriales. ICA-COLANTA. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, Tibaitatá. Bogotá.

- LAREDO, C.M.A. y CUESTA, P.A. 1990a. Tabla de contenido Nutricional en pastos y forrajes de Colombia ICA-Colanta. Publicación del comité de Educación y el Departamento de Asistencia Técnica.
- Lascano C. y Plazas C., 1990. Bancos de proteína y energía en sabanas de los Llanos orientales de Colombia. Pasturas Tropicales, Vol. 12 (1). CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia.
- LENG, R.A. 1988. Consultancy on Animal nutrition. Report to the International American Institute for Co-operation Agriculture (IICA.). University of New England, Armidale, Australia.
- LENG, R.A. 1989. Research on better use of local feed resources. In: Report of Consultancy Visit to ICA Colombia (Mission 10th of May to 6th June, 1989). University of New England, Armidale, Australia.
- MARTINEZ, C.G., HUERTAS, R. H., HERNANDEZ, M.C. y GARCIA, H. 1994. Suplementación estratégica con arroz paddy y urea – melaza. Corpoica Reg 8. ACHAGUA, 1: 1. P. 35 – 48.
- MC DONALD, P. EDWARDS, R.A. y GREENHALGH, J.F.D 1988. Animal nutrition (4th edition). Longman Scientific and Technical. New York.
- MELO, S.V.H. 1989. Levante de novillas de pastoreo con suplementación de matarratón (*G. sepium*) o urea melaza. Tesis Zootecnista. Universidad de la Salle 182p.
- MURGUEITIO, R.E. 1993. Perspectivas en el manejo de recursos naturales y árboles forrajeros como alternativa para el verano en el trópico. En: Seminario Internacional sobre "Estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales". Rionegro (Antioquia) 2-4 Junio 1993.CICADEP.
- PEZO, A.D. 1993. Estado actual de la investigación en alimentación bovina en el trópico. En: Seminario Internacional sobre "Estrategias de alimentación en verano para ganaderías tropicales". Rionegro (Antioquia) 2-4 Junio 1993.CICADEP.
- PRESTON, T.R. 1986. Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding; Research guidelines. 2. A practical manual for research workers. FAO, Animal Production and Health paper 50/2, Rome. 154p.
- PRESTON, T.R. y LENG, R.A. 1984. Supplementation of diets based on fibrous residues and by-products as feed. Development in Animal and Veterinary Science. Sundstol, F y Owen, E. (ed.) Elsevier. Netherlands. P. 373-413.
- PRESTON, T.R. y LENG, R.A. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources un the Tropics and Sub-tropics. Penambul Books, Armidale.
- RINCON, V.J.R., QUIÑONES, L.M. y CARDENAS, G.D.1996. Leguminosas arbóreas de Villavicencio. reconocimiento y caracterización nutricional. En: Curso Taller Agrociencia y

Tecnología Siglo XXI. Corpoica, y comisión Regional Ciencia y Tecnología Colciencias Orinoquia, Villavicencio. Noviembre 1996.

RIPPSTEIN, G. 1996. Estudio de la sabana nativa en la Altillanura Colombiana: Inventario y Dinámica y Manejo del Ecosistema pastoreado. En: CARDENAS G.D. (ed.). La Actual y Futura Agenda Tecnológica Agropecuaria para la Altillanura Colombiana. C.I. Carimagua. CIRAD-EMVT/CIAT (Colombia). Documento de Trabajo.

SCHNEICHEL, M. Alternativas de alimentación de ganado de doble propósito durante la época seca. Convenio Colombo-Alemán, ICA-GTZ (mimeografiado).

TRUJILLO, G.R. 1988. Milk production systems based on pastures in the tropics. En: First Meeting of Cattle develop in Latin America and the Caribbean. FAO. La Habana, Cuba.

VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. Comstock Publication Associates. Cornell University Press. Ithaca and London.

ZAPATA, J.O. 1988. Uso de subproductos Agroindustriales en ganado Bovino. En: Laredo, C.M.A. y Anzola V. (ed.) Primer curso sobre avances en Nutrición Animal. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria Tibaitatá, Bogotá. p. 266-285.

6. UTILIZACION Y EFECTOS DE LOS PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LA PRODUCCION BOVINA

EDUARDO ABONDANO*

En la actualidad la población humana es más consciente con respecto a lo que consume, en especial, a lo que hace referencia a los productos de origen animal. La aparición de problemas tales como: El Cólera, la salmonela, la vaca loca, la influenza aviar y en otra época residuos de DES, han sensibilizado más al consumidor de productos de origen animal sobre su origen y como fue alimentado. De ahí nace la importancia de conocer en producción animal que estamos utilizando y como es su acción.

Los promotores de crecimiento pueden incluir de una manera amplia los diferentes moduladores de crecimiento que han llamado la atención por parte del público en general.

En principio la utilización de los diferentes compuestos presentes en el alimento es realizada con muy baja eficiencia para la síntesis de los tejidos corporales. Estos procesos de síntesis involucran diferentes aspectos tales como genéticos, fisiológicos, nerviosos y digestivos

Los modulares del crecimiento pueden actuar en diferentes sitios y de forma diferente. Para un mejor aprovechamiento metabólico podemos utilizar somatotropinas o anabólicos. Para una mayor disponibilidad y absorción intestinal podemos utilizar antibióticos, probióticos o ionóforos.

Para solamente mejorar el proceso digestivo a nivel ruminal podemos utilizar ionóforos o probióticos. Por principio el primer requerimiento que debe cumplir un producto farmacológico, es la seguridad de inocuidad para las especies tratadas, así como indirectamente para el hombre como permanente consumidor de los animales y sus derivados.

Entre los anabólicos tenemos tres grupos.

1. Hormonas esteroides tales como el 17B estradiol y la progesterona
2. Naturales como la testosterona
3. Xenobióticos como el zeranol y la trenbolona

Los anabólicos favorecen entonces la fijación de nitrógeno, el aumento de peso y mejor conversión alimenticia. No son tóxicos, no generan problemas genéticos ni mutaciones, no afectan las funciones metabólicas normales.

En general podemos decir:

* En los animales alimentados con concentrados se puede encontrar una diferencia a favor de los tratados entre 4 a 25 kg por animal o en términos de porcentaje entre un 4 a un 20%.

* Nutricionista, M.Sc. Ph.D

COL 614 / 1710

* En terneros si utilizamos implantes se encuentran aumentos entre 3 a 12 kg(4 al 11%).

* En los animales en pastoreo tratados, la ganancia se puede expresar en días de diferencia en los períodos de crecimiento y engorde. En estos casos una ventaja de 30 a 40 días entre tratados y testigos puede ser encontrada.

Hoy tenemos disponibles en el mercado las hormonas de crecimiento exógenas que actúan sobre el hígado, generando la secreción del IGF I y II de acción semejantes a la insulina y produciendo así determinados péptidos, llamados SOMATOMEDINAS que influyen naturalmente en el crecimiento de los huesos y músculos, con menor deposición de grasa.

En el caso de vacas lecheras se puede lograr un incremento en la producción de leche entre un 15 a un 25% (Huber, 1987). En general se asocia la definición de promotor de crecimiento con la utilización de antibióticos como aditivos en los alimentos (Braude, 1978). La definición de antibiótico es: sustancia producida por un microorganismo que es capaz de inhibir el crecimiento de otros microorganismos o de destruirlos (Cercos, 1975).

La controversia acerca del uso de antibióticos como aditivos para animales ha sido discutida por mucho tiempo (Braude, 1978). Como promotores de crecimiento los antibióticos fueron reportados por primera vez en los años 1949 a 1950. En 1953, el Agricultural Research Council ARC previno sobre el uso de estos productos en la alimentación de rumiantes, basados en el impredecible efecto sobre la microflora del rumen cuando se utiliza la penicilina o la clortetraciclina en la dieta. En 1962, The Netherthorpe Committee

advirtió que el uso continuo de antibióticos podría conducir a una progresiva reducción de la sensibilidad de las bacterias, posiblemente como resultado de selección de variedades resistentes pero que existía la posibilidad de usar antibióticos nuevos o desconocidos en la alimentación animal.

Según McDonald (1969), existen muchas teorías sobre el mecanismo de acción de los antibióticos como promotores de crecimiento, pero en realidad se desconoce su naturaleza exacta; lo más probable es que no tengan un solo mecanismo de acción sino que tengan diferentes formas de acción.

En parte esa acción puede ser debida a sus efectos terapéuticos, posiblemente como consecuencia de la inhibición de la actividad de los microorganismos patógenos que causan infecciones subclínicas.

Eliminan las bacterias que producen toxinas, estimulan el crecimiento de microorganismos que sintetizan nutrientes conocidos, o reducen el crecimiento y desarrollo de microorganismos que compiten con el huésped por los nutrientes. Visek (1978) menciona cuatro posibles formas dentro de las cuales los antibióticos actuarían como promotores del crecimiento:

1. Se suprimen los efectos de los microorganismos causantes de infecciones leves no reconocidas.
2. Hay una reducción en la producción microbiana de las toxinas que deprimen el crecimiento.
3. Los agentes antimicrobiales reducen la destrucción microbiana de los elementos nutrientes esenciales en el tracto gastrointestinal, o hay un aumento en la síntesis de vitaminas o de otros factores de crecimiento.

Hay un aumento en la eficiencia de absorción y utilización de los nutrientes porque la pared del tracto gastrointestinal se hace más delgada. En rumiantes, el inicio de la actividad fermentativa ocurre antes de que el contenido gastrointestinal alcance el abomaso y el intestino delgado en donde se mejora la digestión y absorción de la mayoría de los agentes microbiales.

Stokstad (1953), Eyssen y Desomer (1965) citados por Visek (1978), manifiestan que en general la respuesta en crecimiento a la suplementación con antibióticos está influenciada por el tipo de dieta; así, la respuesta es mayor en dietas basadas en sucrosa que dietas basadas en almidón.

Además la absorción de ambos nutrientes y el crecimiento fueron mejorados por antibióticos. Otro factor que determina el grado de respuesta a la suplementación con antibióticos, son las condiciones de manejo. Bryant (1953) y Visek (1978) afirman que la respuesta en crecimiento ha sido mayor en animales mantenidos en condiciones adversas de manejo e higiene, que en lugares nuevos y aislados.

En la actualidad los productos más utilizados como promotores de crecimiento en la formulación de alimentos concentrados de alimentos para bovinos son :

* Los ionóforos, cuya actividad metabólica-celular, radica fundamentalmente en una función transportadora de cationes, desde el interior de la célula al exterior y de H^+ hacia el interior celular, a través de la membrana. Para ciertas bacterias y protozoarios, estos intercambios de H^+ , Na y K, originan una inhibición de su crecimiento y para los procesos fermentativos intrarruminales o

cecales, se favorece la disminución de metano y acetato, derivados de la degradación de los hidratos de carbono.

Esto representa una mayor producción de ácido propionico, ahorro de energía y además eliminación de compuestos volátiles, acciones que en general disminuyen el meteorismo. Los más utilizados son el lasalocid (200mg/animal/día), y la monensina (25mg/animal/día).

* Antibióticos: La avoparcina (330 a 660 mg/animal/día) y el flavofosfolipol (6 a 8 g/animal/día). El suministro de los productos anteriores se hace utilizando como vehículo la sal mineralizada o el alimento concentrado que se debe suministrar diariamente.

7. EL USO DE ADITIVOS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

JORGE E. ARIAS*

Los tiempos están cambiando rápidamente en los sistemas de producción y en las tomas de decisiones. La sociedad ha adquirido una conciencia que ha nacido en la Comunidad

Económica Europea y que se está diseminando por el resto de planeta. El consumo de aditivos preventivos está aumentando en detrimento de aditivos curativos.

Tabla 1. Acontecimientos recientes en la agricultura global

- La Unión Europea prohibió el uso del Avotan.
- La BSE (vaca loca) causa crisis en Europa
- La FDA de EEUU ha prohibido el uso de harina de carne y hueso
- Aftosa: Taiwan
- Relación entre la enfermedad de Jones (en ganado) y Kronos (en humanos)
- Beta Caseína y Diabetes en aumento
- La CEE: La Comisión promete un regreso a los programas naturales

El consumidor hoy en día toma decisiones que afectan la naturaleza del mercado. También demanda saber que sucede en la cadena alimenticia y también está muy consciente de su libertad para expresar sus preferencias a nivel del mercado.

La industria de ponedoras comerciales tratando de resolver una pérdida económica importante: la calidad de la cáscara de huevo: eggshell 49

En los Estados Unidos las pérdidas que se experimentan debido a problemas de calidad de la cáscara de huevo son de más de 300

millones de dólares anuales. Estudios comerciales e investigación alrededor del mundo confirman que las roturas de huevos pueden ser reducidas en 30%. Las observaciones agregan que los huevos presentan color más intenso y uniforme, y las aves presentan menos problemas de fatiga en jaula.

Los resultados comerciales típicos muestran mejor calidad y tamaño de huevos (Figura 1 y 2). El producto tiene implicaciones a nivel de las reproductoras pesadas donde una mejora de calidad de cáscara significa más huevos incubables y menos infecciones.

* Ph.D. Alltech, Inc., Nicholasville, Kentucky, USA

COL 614 / 1711

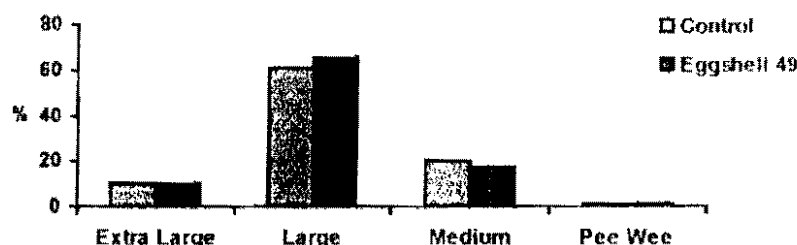


Figura 1 Efecto del Eggshell 49 en los porcentajes de huevo de diferentes calificaciones (Sefton, 1996)
1kg/TM, a partir de la semana 49

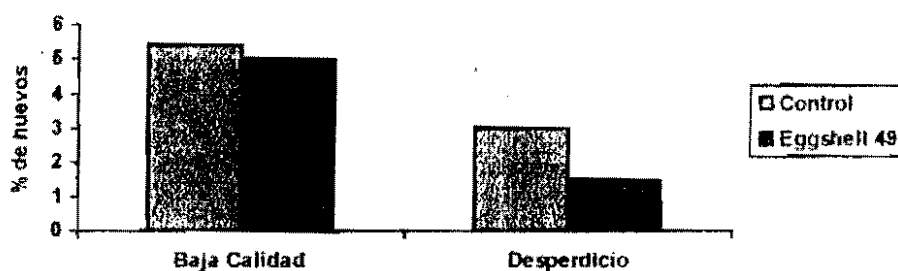


Figura 2 Efecto del Eggshell 49 en los porcentajes de huevo de baja calificación y de huevo que se desperdicia

Allzyme vegpro: del instituto escocés Roslin

El Instituto Roslin, es el lugar de nacimiento de la primera enzima para proteína de soja: Vegpro. Esta enzima desarrollada junto con el ADAS británica, se basa en una α -galactosidasa. Esta enzima que degrada oligosacáridos en la soja, con lo que se libera hasta 15% más de la energía y una proteasa que permite una mejor digestibilidad de los aminoácidos (Tabla 2).

En la práctica, el cálculo de 7% de mayor energía es lo que normalmente se utiliza.

En una dieta típica con 3000 kcal la especificación puede ser reducida a 2800 kcal, con resultados biológicos similares,

dependiendo del precio de la soja se pueden esperar ahorros de hasta US\$10/TN de alimento. Información reciente de Lindemann de la Universidad de Kentucky ha mostrado el potencial para mejorar la utilización de dietas a base de maíz-soja utilizadas en cerdos.

Los cerdos suplementados con Vegpro durante las fases de crecimiento y finalización, mostraron una mejor conversión alimenticia y una mejor ganancia de peso en aproximadamente 7% (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de dos niveles de Allzyme Vegpro sobre la digestibilidad de aminoácidos para pollos

Aminoácidos	Control	1kg/TN	2kg/TN
Alanina	72.4	72.8	76.2
Aspargina	67.0	69.6	75.5
Cisteína	41.6	57.9	51.3
Glutamina	82.7	84.6	86.8
Histidina	54.7	68.5	68.9
Isoleucina	81.0	82.8	85.4
Leucina	80.6	82.0	84.3
Lisina	82.1	86.0	85.6
Metionina	65.4	69.0	67.1
Fenilalanina	86.3	88.9	90.6
Prolina	70.0	77.4	79.7
Serina	78.6	83.9	84.7
Treonina	72.7	78.5	79.5
Tirosina	74.3	77.1	78.4
Valina	93.7	89.6	86.4

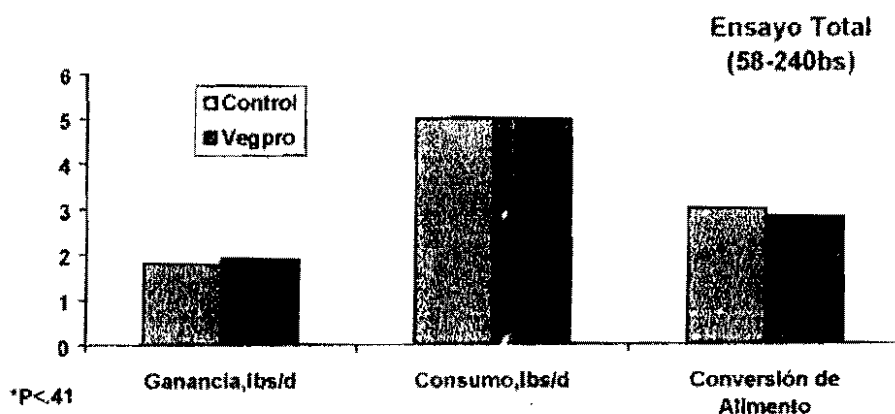


Figura 3. Efecto del Vegpro en el desempeño de cerdos alimentados con dietas a base de maíz/soya (Lindemann, 1997)

Mejora de la utilización de grasas

Otra enzima en el horizonte es Lipozyme. Pluske en evaluaciones metabólicas realizadas en el Centro de Investigación de Monogástricos de la Universidad Massey de Nueva Zelanda, encontró que la adición de

esta lipasa mejoró la energía metabolizable aparente (AME) del salvado de arroz. Esta enzima abre la posibilidad de utilizar hasta el 30% del salvado de trigo y otras fuentes de ingredientes menos costosas con un ahorro significativo en los costos de producción (Figura 4).

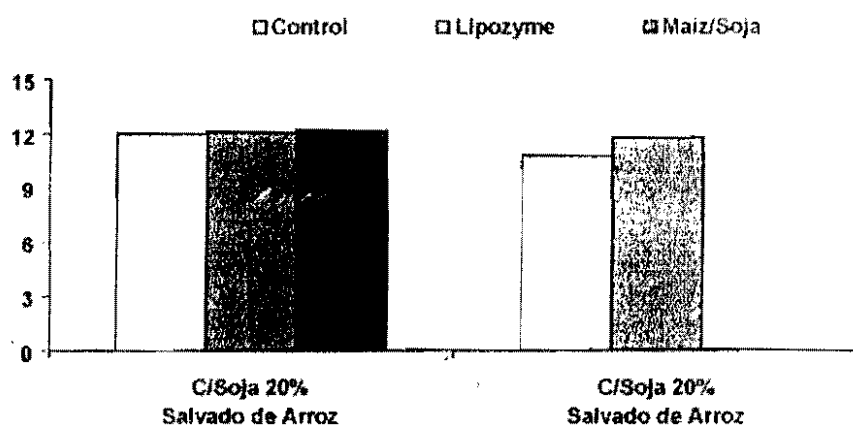


Figura 4. Aumento de la AME del total de la dieta con Lipozyme.
(Pluske et al., 1997)

Fibrozyme, la primera enzima protegida para el rumen

Los aumentos de costos en los granos y subproductos requieren un nuevo examen económico de costos de producción. La suplementación de rumiantes con enzimas degradadoras de fibra, que sean estables en el medio ruminal, provee una forma de maximizar la utilización del forraje.

Fibrozyme es un complejo multi-enzimático que contiene celulasa obtenida de la fermentación controlada de *Trichoderma viride*. La enzima ha sido protegida mediante una capa que le provee protección a la degradación al mismo tiempo que le ayuda a mantener su actividad.

En estudios controlados la Fibrozyme a 15g/vaca/día mejoró el consumo ligeramente (1.6LB) pero incrementó producción de leche en 3.2 lb.

No se vió ningún efecto en la composición de la leche y el análisis económico demostró un retorno de la inversión de 6:1 (Figura 5).

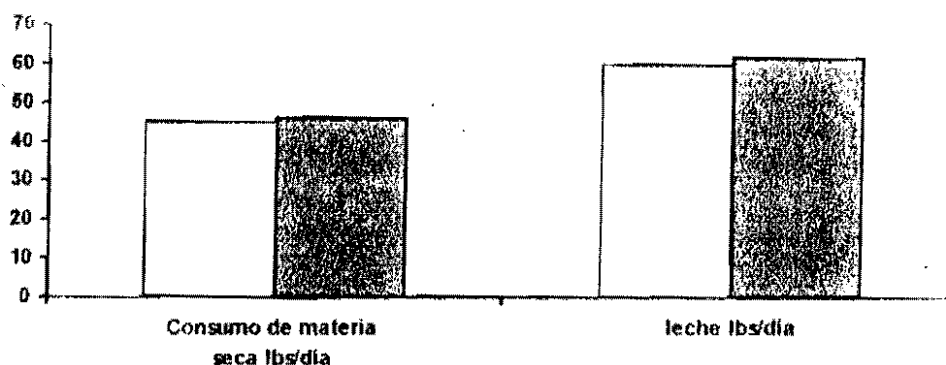


Figura 5. Desempeño de vaquillas a alimentarlas con Fibrozyme

Revisión del Metabolismo Mineral

Sel-plex 50: una fuente de selenio orgánico metabolizado en forma diferente

Mientras que el selenito de sodio ha sido aceptado durante mucho tiempo como la fuente primaria de selenio en alimentación animal, la investigación de años recientes ha demostrado que hay serias limitaciones para su uso. Actualmente, el selenito no sólo es considerado como un contaminante, si no que se sabe que no siempre corrige los síntomas de deficiencia.

Los científicos están regresando a las formas activas de selenio, por ejemplo selenio metionina/selenio cisteína, ahora disponibles en un producto denominado Sel-Plex 50. Su uso ha sido tan exitoso que investigadores como el caso del Dr. Mahan, de la universidad de Ohio, dice que en 5 años todo el selenio será suministrado como selenio orgánico.

Mahan encontró que el alimentar cerdos con selenio orgánico resulta en mayores niveles de selenio en la leche de la cerda y en lechones tanto al nacimiento como al destete,

lo cual redonda en menor mortalidad de lechones.

Edens, de la Universidad Estatal de Carolina del Norte ha demostrado que la suplementación con selenio a pollos parrilleros disminuye las mermas por escurrimiento en carne (Figura 6).

Muñoz y colaboradores, de la Universidad de Murcia, España, han demostrado un efecto similar con cerdos (Figura 7). Estudios recientes con salmones confirman el impacto positivo del Sel-Plex 50 en la estructura del tejido.

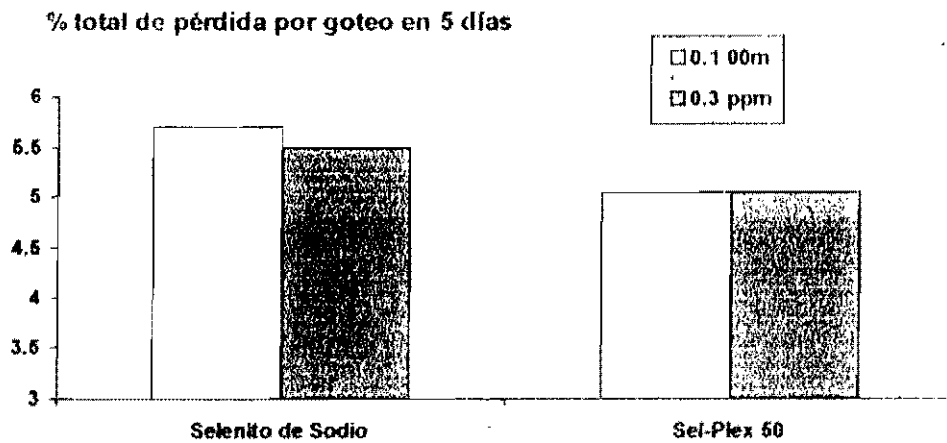


Figura 6. Efecto de la fuente de selenio y nivel de las mermas por escurrimiento de la carne de pollos (Edens, 1996)

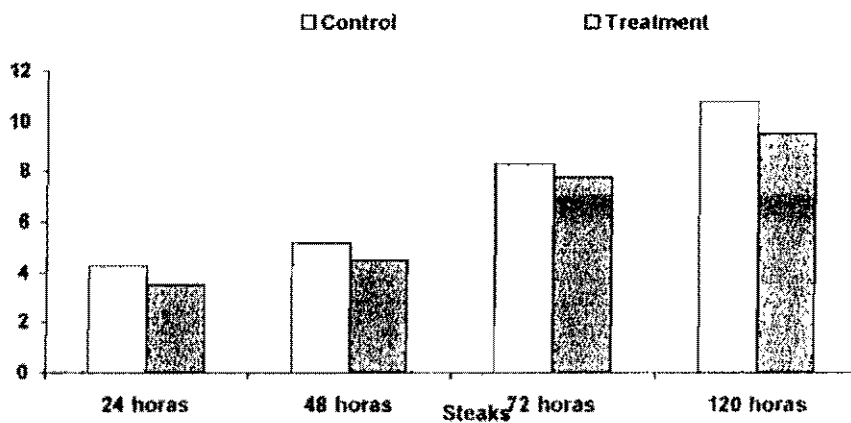


Figura 7. Efecto de la suplementación del Sel Plex a nivel de las pérdidas de agua del L. Dorsi a los 24, 48, 72 y 120 hrs. posteriores al sacrificio

Respuestas Reproductivas

Otra respuesta interesante a la utilización de selenio orgánico ha sido la mejora del 2 al 4% en el desempeño de reproductoras pesadas. Este tipo de respuesta se explica si recordamos que a medida que la hembra reproductora envejece requiere ya sea mayores cantidades de semen o semen de mejor calidad para asegurar una buena

fertilidad (Figura 8). Desafortunadamente el macho a medida que envejece produce ya sea menos semen o de menor calidad. La integridad celular así como la mortalidad de la esperma son afectadas. La cápsula del esperma es rica en selenio-proteína como la selenio-metionina. La mayor actividad biológica de la selenio-metionina mejora la integridad del esperma cuando se adiciona a las raciones como fuente de selenio.

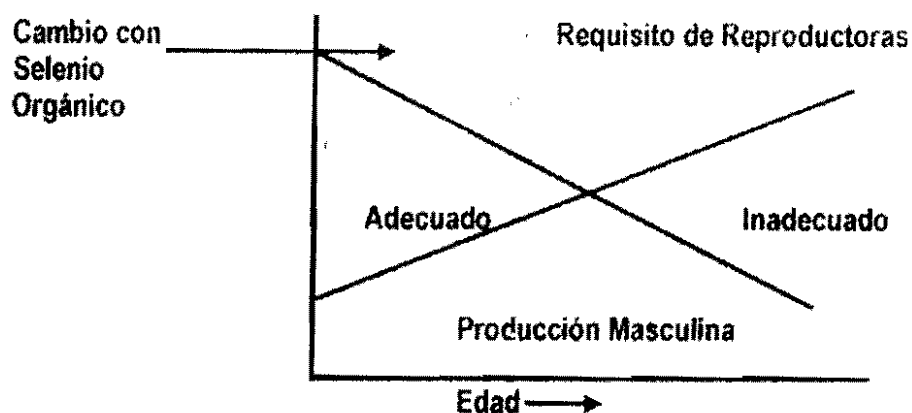


Figura 8. Cambios en la capacidad reproductiva de los gallos y gallinas reproductoras a diferentes edades

La fertilidad también es algo crítico en vacas lecheras. Los problemas de baja biodisponibilidad mineral están tradicionalmente asociados con el uso de selenito de sodio, por el hecho de que éste compuesto es reducido a selenuro por los microbios del rumen, y luego excretado.

Cuando la forma orgánica de selenio (Sel-Plex50) es administrada a vacas con deficiencias de selenio, los niveles en sangre y leche aumentan 5 a 6 veces más que con selenito. En un estudio en el cual se utilizaron 14,000 vacas lecheras con problemas de deficiencia crónica de selenio, ésta no pudo ser corregida con 0.9 ppm de selenio como selenito de sodio (tres veces el límite legal) y dos inyecciones de selenio; pero se corrigió ofreciendo la forma orgánica por 4 semanas, con una dosis diaria de 0.3ppm (3g de Sel-Plex 50/vaca/día), (Figura 9). Con el agregado selenio orgánico también se ha verificado menor recuento de células somáticas y mejor fertilidad en vacas y menor retención de placenta.

Vacas Lecheras. Observaciones prácticas con Selenio orgánico

- ✓ Disminuye la incidencia de retención de placenta.
- ✓ Mejora el nivel de Se en tejidos (actividad GSH,Px)
- ✓ Mejora la eficiencia reproductiva.

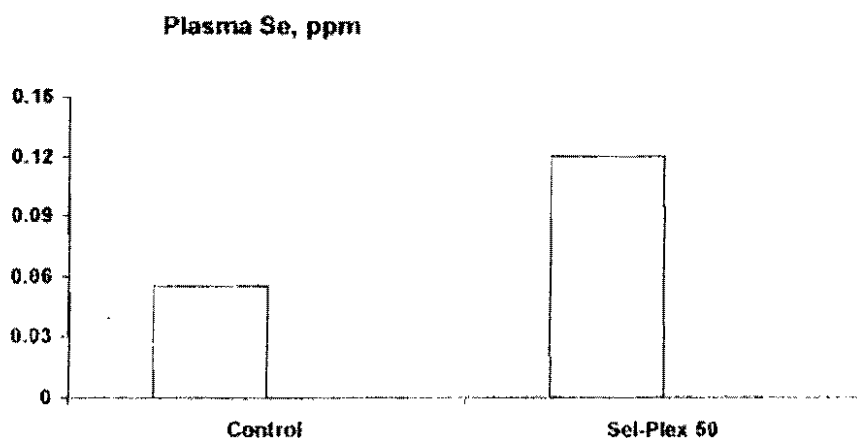


Figura 9. Efecto de la fuente de selenio a nivel de sangre en ganado lechero en el medio oeste de los E. U.

EL Impacto del Selenio Orgánico en la Acuicultura

En acuicultura, las altas densidades utilizadas, pueden provocar problemas de alta mortalidad, especialmente a medida que los peces van desarrollándose. "Muerte sanguínea" en bagres o en salmones adultos representa una pérdida económica muy importante en las operaciones acuícolas

El selenio orgánico puede proveer algunas respuestas. Utilizando bagres para inducir altas mortalidades, Lovell de la Universidad de Auburn, fue capaz de darnos algunas ideas de lo que está pasando cuando se incrementa el selenio en las dietas en forma ya sea orgánica o inorgánica: se estimula el sistema inmune disminuyendo mortalidad. El efecto observado fue dos veces mayor con la forma orgánica (Figura 10 A y B)

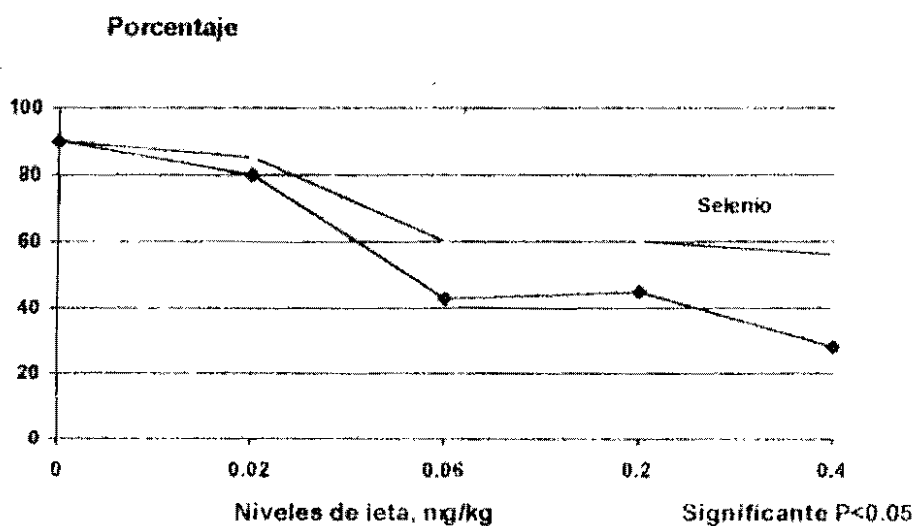


Figura 10 A. Efectos del selenio en la mortalidad de bagre (Lovell, 1997)

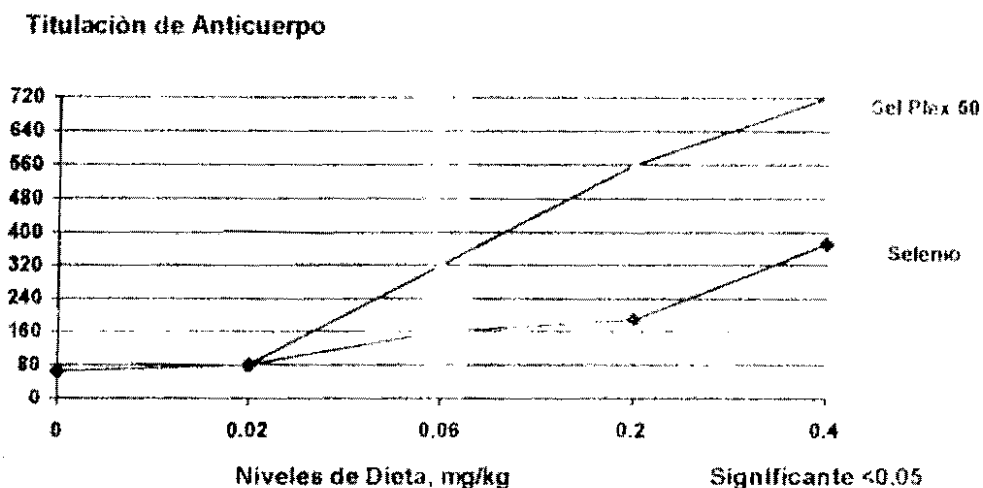


Figura 10 B. Efecto de la fuente de selenio a nivel de la respuesta inmune en bagres (Lovell, 1997)

Tabla 3. Efecto del Sel Plex 50 sobre parámetros de calidad del salmón.

Parámetros	Control	Sel-Plex 50
Peso (g)	5184	5131
Color	15.1	15.6
Textura	6.8	8.2
Pigmento (ppm)	8.9	9.5
Lípidos (%)	9.5	10.3
Mortalidad	1.2	1.0

Alternativas para la sustitución de proteína de plasma utilizando plantas: evitar la transferencia de enfermedades

La proteína plasmática se ha convertido en un ingrediente común en muchas dietas de iniciación de cerdos. Su mejora en el consumo de alimento, así como la reducción de enfermedades y menores días al mercado han sido reportados en forma consistente.

Una alternativa a la proteína de plasma es utilizar cereales hidrolizados enzimáticamente y proteínas de levaduras, junto con

inmunoglobulinas de huevo. Utilizando fuentes seleccionadas de proteínas todos los aminoácidos esenciales pueden ser administrados en la dieta.

En efecto, estamos de nuevo en el concepto de la proteína ideal, con un balance de aminoácidos óptimo. La utilización de este tipo de producto en dieta pre iniciadoras en de cerdos ha resultado en incremento en la tasa de ganancia de peso, mejora del consumo de alimento y ahorro de 10 a 16 días en el tiempo necesario para llegar al peso de mercado.

Dado que se conoce que el costo de la alimentación del cerdo aumenta con la edad y con el consumo, el reducir el tiempo para llegar al peso de mercado reduce en forma importante los costos de producción. El éxito de este paquete balanceado en cerdos se ha extendido con proteínas similares para pavo, ganado lechero y aún camarón.

Mycosorb y Micotoxinas

Un nuevo enfoque para controlar los daños de micotoxinas que ahora se estiman afectan a un 25-30% de los cereales de todo el mundo

Eliminación de las micotoxinas gracias a la actividad secuestrante de mananos modificados. Se cree que más de un 25% de todos los granos del mundo están contaminados con micotoxinas. Normalmente los nutricionistas utilizan arcillas o absorbentes inorgánicos para anular el efecto de las micotoxinas. Desafortunadamente las arcillas poseen desventajas que van desde un

nivel alto de inclusión hasta su habilidad para capturar otros nutrientes importantes de la dieta. Recientemente la bentonita utilizada en pasta de soja se encontró responsable de niveles altos de dioxina encontrados en pollos en una planta procesadora de los EEUU (Feedstuffs, julio 14, 1997).

La investigación hacia la utilización de un secuestrante nutricional ha sido realizada por Trenholm de Canadá, el Dr. Stanley de Texas A&M y el Prof. Devegowda de India. Estos investigadores han desarrollado un producto que se utiliza a mucho menor nivel de inclusión comparado con los aluminosilicatos (Figura 11).

Mycosorb fue desarrollado mediante la esterilización de pared celular de levaduras. El mismo puede absorber específicamente algunas moléculas de micotoxinas. En la práctica 0.5kg de este secuestrante nutricional es tan efectivo como 4kg de otro tipo de secuestrante tipo arcillas.

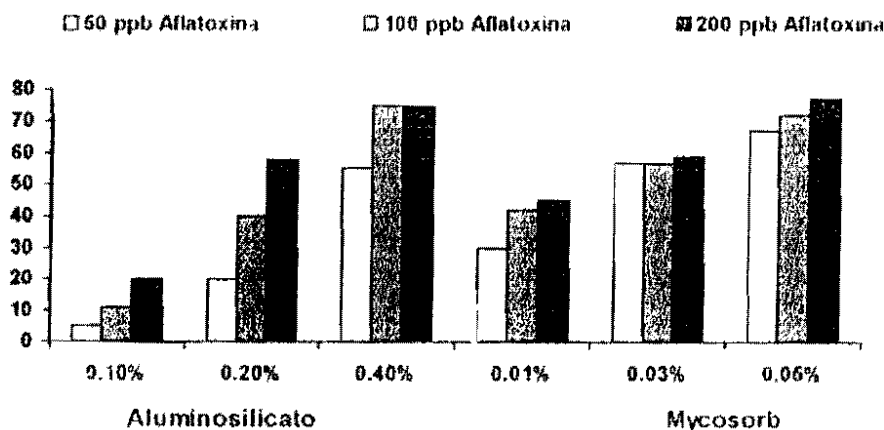


Figura 11. Habilidad comparativa de los Aluminosilicatos como secuestrantes de micotoxinas

Desventajas de los aluminosilicatos como secuestrantes de micotoxinas

Se utiliza a niveles altos de inclusión. Toman mucho espacio.

No tienen valor nutricional.

Pueden absorber aminoácidos, vitaminas y otros nutrientes

Contaminación del medio ambiente

Un extracto de yuca ha sido utilizado durante mucho tiempo por los nativos norteamericanos. La agricultura moderna ahora sabe los beneficios con un sin número de estudios que reportan menor cantidad de olores en explotaciones de cerdo y aves. Una menor concentración de amoníaco está asociada con menores incidencias de problemas respiratorios lo cual da una mayor productividad.

Nuevamente la ciencia y la investigación nos han permitido mejorar un producto natural sin ingeniería genética, cosechando y extrayendo extracto de una planta en el punto en que los glicocomponentes responsables de capturar los máximos niveles de amoníaco están presentes. Durante mucho tiempo la yuca ha sido popular en algunos jardines y entre los aficionados a la flora del desierto. La planta de yuca es ahora una herramienta muy importante en la crianza de animales. Los resultados típicos que se obtienen son menores cantidades de amoníaco en el medio ambiente y mejor productividad en los animales.

Bio-chrome: Cromo Orgánico

En 1996 finalmente se reconoció al cromo como un nutriente importante. Este mineral también se lo conoce como factor de tolerancia la glucosa. Estudios en varias especies han demostrado el papel del cromo

en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos.

Las consecuencias de las deficiencias de cromo incluyen síntomas tipo diabetes (hiperglicemia, glicosuria, menores niveles de glucógeno en el hígado y menor respuesta a la insulina), mayor colesterol en sangre, incidencia de problemas aórticos, disminución de la incorporación de ciertos aminoácidos a las proteínas, reducción de crecimiento, menos longevidad, edema y obesidad

Cultivos de levaduras

Con la introducción de la cepa de levadura 1026 se introdujo en 1982 a la industria de la alimentación animal, se iniciaron los estudios detallados de un aditivo natural que había existido por muchos años. El producto ha resistido el paso del tiempo con reportes de su eficacia de Institutos de Investigación tan prestigiosos como Rowett y una lista interminable de Universidades.

La planta de yuca es ahora una herramienta muy importante en la crianza de animales

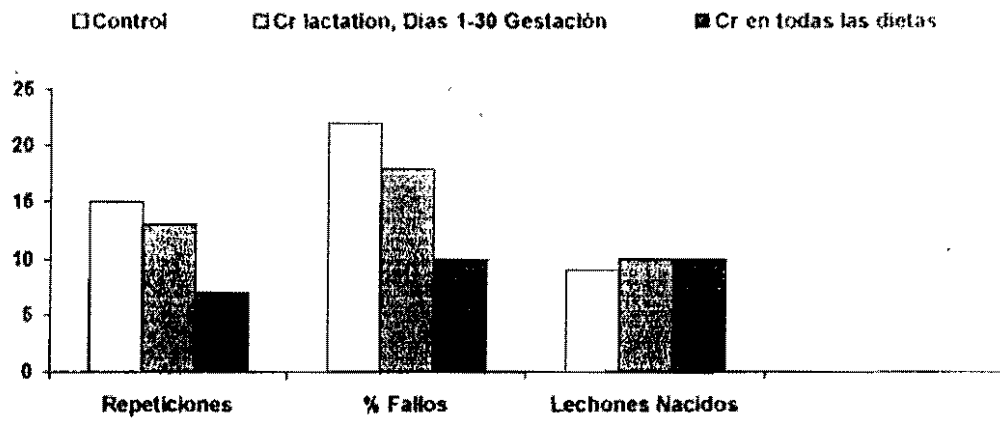


Figura 12. Efecto de Biochrome a nivel de los parámetros reproductivos cuando se administró ya sea durante la gestación o a través de todo el ciclo reproductivo. Dosis de utilización 200g. por toncada (200ppb)

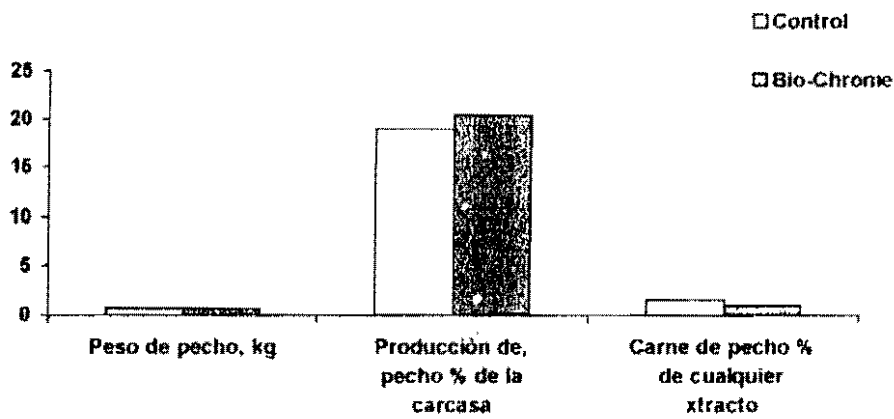


Figura 13. Efecto de Biochrome (00ppb) a nivel de la composición de la canal en pollo de engorda (Hossain et al., 1997)

El *Yea Sacc*¹⁰²⁶ estimula ciertas poblaciones de bacterias en el rumen y en el tracto gastrointestinal, promoviendo la digestión de fibra y la reducción de los niveles de ácido láctico en rumen. Esta levadura sobrevive el peletizado y puede usarse en conjunto con ionóforos para estimular el consumo de alimento.

Las mejoras en la productividad está en el orden de 5-8% de aumento de producción de leche o ganancia de peso vivo en bovinos para carne. Sin embargo su uso no está restringido a dietas de rumiantes. También se han verificado efectos positivos sobre fertilidad de reproductoras pesadas.

Resultados provenientes de India demostraron también la capacidad de las levaduras para disminuir los efectos negativos de las micotoxinas. Basados en el conocimiento del mecanismo de acción de la cepa 1026, otras cepas han sido seleccionadas basadas en efectos específicos para dietas específicas.

Una cepa que mejora en forma la digestión de la celulosa preferencialmente y otras que incrementan los números de *Selenomonas*, bacterias utilizadoras de ácido láctico, como el caso de la cepa 8417.

Yea Sacc¹⁰²⁶: Probado en Universidades e Institutos:

Kentucky
Florida
New Hampshire
Rowett Resarch
Instituto Irlandes de Agricultura

Mecanismo de acción demostrado

- Estimula las bacterias celulolíticas y las bacterias que utilizan ácido láctico.
- Aumenta la digestividad de la ingesta.

Utilización en distintas especies

Vacas lecheras
Ganado de engorda
Cerdos
Pollos
Mascotas

CONCLUSIONES

La Biotecnología natural, no necesariamente basada en ingeniería genética si no en la utilización de productos naturales, es la llave del futuro. Nuestro mensaje a los consumidores es que las alternativas naturales están disponibles y han sido probadas tanto científica como prácticamente.

Nuestro mensaje a los profesionales de la industria de la alimentación animal, es que debemos usar estas alternativas antes de que el consumidor o las regulaciones gubernamentales nos lo exijan.

Las compañías exitosas van a ser aquellas que acepten los cambios con facilidad y que tengan la facilidad para producir ese cambio. Ya tenemos algunas herramientas naturales, y se producirán más en el futuro inmediato. El futuro siempre será para aquellos que están más adaptados para sobrevivir.

Recordemos el consejo que fue establecido por Charles Darwin hace más de diez años:
“No son las especies más fuertes las que sobreviven, tampoco las más inteligentes sino las más fácilmente adaptadas al cambio”

57551

135
CORPOICA
Información y Documentación
Regional (Cindar) - Valle

8. VITAMINAS EN GANADO

ALVARO WILLS FRANCO*

INTRODUCCION

La revisión y discusión de vitaminas en Ganado se debe efectuar regularmente, debido a las nuevas aplicaciones y sistemas de producción. Es importante recalcar que este escrito del tema de las vitaminas se ha realizado para animales adultos, o con un rumen funcional; en animales pre-rumiantes los requerimientos de las vitaminas deben ser suplidos directamente por la dieta, mientras se genera la transición a rumiante.

Desde hace varios años se conoce que los microorganismos presentes en el rumen funcional, tienen la capacidad de sintetizar las vitaminas del complejo B y la vitamina K, y se ha asumido que son capaces de producir suficiente cantidad para suplir los requerimientos del animal.

Los forrajes verdes se han considerado muy buenas fuentes de vitaminas o provitaminas como la A y la vitamina E. Además, si los animales se encuentran en condiciones de pastoreo al sol, se conoce que son capaces de sintetizar suficientes cantidades de vitamina D3. Sin embargo, las condiciones de manejo, intensidad de los sistemas de producción, stress, oferta y calidad

nutricionales y presión de mejoramiento genético han cambiado considerablemente en los últimos años. Los requerimientos de vitaminas no se están planteando únicamente para evitar la presentación clínica de deficiencias, sino que niveles adecuados de las mismas, deben de estar presentes en la dieta o suplementos cuando el animal presenta inconvenientes con la fermentación ruminal o se buscan rendimientos adecuados en la producción animal.

La determinación de los niveles de concentración óptima de vitaminas va a depender de aspectos como la edad, raza, medio ambiente, stress, sanidad, niveles de otros nutrientes en la dieta, reservas corporales, entre otros factores.

Vitamina A

La vitamina A no está presente en productos vegetales, pero los precursores (carotenos) se encuentran frecuentemente y el organismo los puede transformar en vitamina A. De los carotenoides, el beta-caroteno presente en alimentos verdes, es la principal fuente de

* Nutrición Animal. Productos Roche S.A. - U.Nacional de Colombia. Producción Animal. Fac. de Med Vet y de Zootecnia. Ciudad Universitaria, Universidad Nacional de Colombia - Santafé de Bogotá

COL 614 / 1712

vitamina A en animales en pastoreo (un mg. de *B*-caroteno equivale a 400 unidades internacionales (U.I. de vitamina A)). 1 U.I. equivale a 0.3 microgramos de trans retinol.

Esta vitamina es la que en forma práctica se ha considerado como la de mayor importancia para el ganado de Leche y de Carne (N.R.C.,1989,1996). Se requiere para mantener el crecimiento, la reproducción y la vida. La función mas conocida de la vitamina A es en la visión.

Participa en la forma aldehído (11 *cis* retinal) en la retina del ojo como grupo prostético en la rodopsina (bastones para visión nocturna) y la iodopsina (conos para la visión brillante y de color). La vitamina en forma de ácido retinoico ayuda al crecimiento y diferenciación tisular, (no participa en funciones en reproducción o visión); en 1992, Franceschi sugirió un efecto hormonal, por el cual el ácido controla la expresión de genes uniéndose a secuencias específicas de ADN, mediado por proteínas específicas nucleares.

El retinil fosfato parece que actúa en la regulación de la diferenciación celular. Muchos trabajos con deficiencia de vitamina A han mostrado una mayor susceptibilidad a las enfermedades debido a una anormal función de la glándula adrenal y del mantenimiento de las membranas mucosas.

Además, deficiencias clínicas o subclínicas de la vitamina, afectan la producción de anticuerpos y la resistencia de distintos tejidos contra las infecciones microbiales (mastitis) y de infestación parasitarias (gusanos redondos).

La vitamina A en sus diferentes formas es esencial para el crecimiento normal, la reproducción (reabsorción fetal, problemas de espermatogenesis), para evitar defectos en el

crecimiento óseo, mantenimiento de los tejidos epiteliales, resistencia a las enfermedades y sistema inmune. Una deficiencia marcada puede producir queratinización del tejido epitelial con problemas funcionales graves del tracto digestivo, aparato genital, respiratorio y urinario.

La diarrea y la neumonía son síntomas típicos de una deficiencia secundaria de la vitamina. Una deficiencia marcada de la vitamina presenta disminución del apetito, emaciación, pelo de pobre calidad, edema de las articulaciones, lagrimeo, xerofalmia, ceguera nocturna, crecimiento lento, baja tasa de concepción, libido reducido, abortos, natimortos, gruesa descarga nasal, epitelio queratinizado, y susceptibilidad a infecciones respiratorias y de otra índole y finalmente la muerte.

La vitamina tiene la característica de ser almacenada en el hígado (90%) y estas reservas sirven para prevenir deficiencias en momentos de bajo o nulo suministro en la dieta. Condición muy importante en animales en pastoreo, especialmente como reserva durante la época de baja disponibilidad de forraje o de muy baja calidad.

Los factores que afectan la deposición y movilización hepática de la vitamina no están totalmente claros, pero animales alimentados con tamos, alimentos de baja calidad, durante sequías prolongadas, stress por altas temperaturas o consumos altos de nitratos pueden influir considerablemente.

N.R.C.,1996 para ganado de carne recomienda 2.200 U.I./kg, 2.800 U.I./kg y 3.900 U.I./kg de materia seca (M.S.) para lotes de engorde, novillas preñadas y vacas lactando respectivamente: para evitar deficiencias.

Sin embargo, para otras aplicaciones se han sugerido valores mayores. Al ser un compuesto que se puede almacenar y el exceso puede presentar señales de toxicidad, el valor máximo de tolerancia es de 66.000 U.I./kg de M.S., aproximadamente 30 veces el requerimiento. (N.R.C.,1987).

Vitamina D

Las dos formas de vitamina D más comunes son ergocalciferol (Vitamina D₂) derivado de esteroides de plantas y colecalciferol (Vitamina D₃), se encuentra en productos animales derivado del precursor 7-dehidrocolesterol por incidencia de la luz ultravioleta en la piel.

Los animales en pastoreo tienen la posibilidad de sintetizar suficientes cantidades de vitamina D. Luego de formado el colecalciferol en la piel del animal, es transportado al hígado, donde es hidroxilado al carbono 25 (25 - OH D).

Este compuesto, es luego transportado por una globulina al riñón, donde puede ser convertido en una variedad de compuestos; de los cuales el 1, 25 (OH)₂ Colecalciferol es muy importante actuando como hormona en huesos e intestino, regulando el metabolismo del Calcio (Ca) y del Fósforo (P).

La producción y regulación de las formas activas de la vitamina D dependen del control de la paratohormona (PTH), y de la tirocalcitonina. El rumiante, no almacena grandes cantidades de vitamina, como ocurre con las especies acuáticas.

La función primaria de la vitamina D es elevar los niveles de Ca y P, que permitan una normal mineralización del hueso y mantener otras funciones del organismo que requieren esos minerales. Reinhart y Hustmyer,1997,

reportaron una función reguladora del 1,25 (OH)₂ D en las funciones de inmunidad celular. Se ha reportado un papel en la reproducción del macho, como de la hembra. Los requerimientos de vitamina D se publican para ganado en confinamiento o para zonas geográficas con limitaciones de luz solar.

En la suplementación de vitamina D para rumiantes, se debe considerar un margen de seguridad, debido a alguna degradación de la vitamina por los microorganismos del rumen. La deficiencia típica de la vitamina se manifiesta por el raquitismo en animales jóvenes, generalmente caracterizado por disminución de Ca y P en la matriz orgánica del hueso y el cartilago.

En animales adultos, se presenta la osteomalacia, que equivale al raquitismo, afectando la matriz ósea. Cuando los animales están en confinamiento total, henos mal tratados, almacenados por tiempos muy prolongados o por manejo se utilizan animales sin exposición directa a los rayos solares, se requiere la suplementación de vitamina D en la dieta.

Otros factores que pueden influir la necesidad de vitamina D son: enfermedades del sistema endocrino, desórdenes intestinales, infestaciones de parásitos internos, mal función hepática, desórdenes renales y algunas drogas. El requerimiento de vitamina D en ganado de carne según el NRC,1996 es 275 UI/kg, mientras en ganado de leche es de 2200 a 4000 UI/kg.

Es importante tener en cuenta que los aportes de vitamina D dietario son mayores en rumiantes que en no rumiantes, debido a parte de la degradación que se produce por los microorganismos del rumen. Para ganado y ovejas, niveles superiores a 25000 UI/kg por cortos periodos de tiempo pueden generar

toxicidad, suministros de 4 a 10 veces los requerimientos dietarios durante periodos superiores a 60 días pueden manifestar calcificación de tejido blando. Excepto, algunas plantas que acumulan $1,25(\text{OH})_2\text{D}$, exceso de vitamina D en animales en pastoreo o en alimentos naturales no se presenta, ni siquiera cuando se usan aceites de hígado de pescado en la dieta.

Vitamina E

La actividad de vitamina E se presenta en una serie de compuestos de origen vegetal, los tocoferoles y tocotrienoles. La actividad biológica de vitamina E de los diferentes compuestos es variable, siendo la alfa tocoferol la más activa, y el compuesto predominante en la mayoría de ingredientes.

La forma dl-alfa tocoferil acetato es la forma común de vitamina E para suplementación de dietas. Las formas de tocoferol que se encuentran en los alimentos son susceptibles de ser destruidas en alguna medida en el tracto digestivo, mientras el ester acetato no.

El acetato es absorbido y luego convertido a la forma alcohol en el organismo, para servir como antioxidante biológico. La absorción de la vitamina E se relaciona con la digestión de las grasas y es facilitado por la bilis y la lipasa pancreática. La vitamina E no cruza en cantidades importantes la barrera placentaria, por lo cual los niveles de vitamina E del feto son generalmente más bajos que en la madre (Malone, 1975), siendo los neonatos muy susceptibles a la deficiencia.

Siendo esencial un buen consumo de calostro por el recién nacido. La vitamina es esencial para funciones como el crecimiento, reproducción, participa en el sistema circulatorio, nervioso e inmune, previene varios tipos de enfermedades y protege la

integridad de los tejidos. La principal función de la vitamina E es como antioxidante biológico. Reacciona neutralizando los radicales libres y previniendo la oxidación de los lípidos de las membranas. El selenio (Se) como parte constitutiva de la enzima glutatión peroxidasa (parte importante del sistema antioxidante de las células) está muy ligado a la vitamina E.

Ambos ayudan a mantener bajas concentraciones de moléculas de oxígeno reactivo e hidroperóxidos de lípidos en las células y tejidos (McDowell et al.1994). El glutatión actúa en el citosol, mientras la vitamina E como antioxidante actúa a nivel de membrana celular. Al actuar como antioxidante la vitamina E, se puede agotar rápidamente si la cantidad de ácidos grasos insaturados de la dieta es muy alto y puede provocar una deficiencia típica de la vitamina.

Otras funciones de la vitamina E reportadas por la literatura son: protege los leucocitos y macrófagos durante la fagocitosis, modula la respuesta inmune, favoreciendo la respuesta tisular, reduce la incidencia de mastitis y la duración de la infección en vacas lecheras (Smith et al,1984), está involucrada en la formación de prostaglandina E del ácido araquidónico; en cerdos puede inhibir la agregación de plaquetas, protege contra toxicidad de varios metales pesados (Ej. plata, arsénico, y plomo).

La deficiencia de vitamina E se manifiesta de diferentes formas, comúnmente con degeneración tisular. La enfermedad del músculo blanco (EMB) es una degeneración del músculo estriado que ocurre sin que se comprometa la parte neural y se observa generalmente en animales recién nacidos o jóvenes con deficiencia de la vitamina o de selenio.

Se presenta la deficiencia de dos forma: la forma congénita en que el animal muere al nacer o como natimorto con degeneración muscular o en la forma de EMB tardía, que se manifiesta de 1 a 4 meses de edad en el ternero. Se presentan los músculos esqueléticos y del corazón degenerados, necróticos y con estrias blancas, el animal presenta dificultad para levantarse, debilidad, pérdida de peso y luego la muerte.

En animales jóvenes sometidos a stress se observa un distrofia muscular y a veces muertes súbitas que se asocian a degeneración del miocardio. En animales adultos estas miopatías nutricionales son raras, pero se pueden presentar (Hutchinson et al, 1982).

El papel de la vitamina E en la reproducción de toros y vacas desde el punto de vista práctico de fertilidad, no es tan claro. Suplementaciones de selenio y vitamina E disminuyeron la prevalencia de retención de placenta, así como metritis y ovarios císticos, en zonas con niveles limitantes en el mineral o la vitamina (Harrison et al, 1984). Miller et al, 1992 reportaron reducción del edema mamario en vacas de primer parto con suplementaciones de 1000 mg de vitamina E durante los últimos 40 días de gestación.

La utilización de vitamina E y selenio en terneros ha mostrado un aumento en la respuesta inmune y protección contra infecciones de diferentes tipos de patógenos. Al utilizar los macrófagos, radicales libres como forma de destruir las membranas de los patógenos que atacan el organismo, se requiere un nivel adecuado de vitamina E en esas células para que no se autodestruyan (McDowell et al, 1994).

Otra característica que tiene la vitamina E es que puede almacenarse en la célula, y

utilizarse como antioxidante. La apariencia visual de un producto es una propiedad sensorial por la cual los consumidores juzgan calidad. Los consumidores han demostrado que el color de la carne fresca es rojo o rosado brillante y que un cambio en color es inaceptable.

El cambio de color a café en la carne fresca se debe a una potencial alta oxidación de la deoxigenada y reducida mioglobina (metamioglobina) a expensa de la forma atractiva de color rojo (oximioglobina) (McDowell et al, 1994).

La oxidación de los lípidos y los pigmentos de la carne está muy asociada, por lo cual, retrasar el daño en los lípidos retrasa la decoloración de la carne, favoreciendo el tiempo en mostrador de la carne y el valor económico de la misma.

La suplementación de vitamina E 500 mg/animal/día los 100 últimos días antes de sacrificio, aumento de 2 a 5 días más el tiempo en mostrador que los animales control, al mantener el color de la carne (Hill y Williams, 1993).

Además, los niveles de vitamina E en carne son benéficas para el consumidor. NRC, 1996 reporta que usando 300 mg de vitamina E/día durante 266 días en novillos de engorde, presentó menor decoloración la carne congelada, lo cual puede ser importante para exportación, tanto a otras regiones como al exterior.

Trabajos similares se han realizado en vacas lecheras, con el fin de aumentar el contenido de vitamina E en la leche y evitar los sabores oxidados en el producto.

Animales en pastoreo en condiciones adecuadas, consumen cantidades suficientes de vitamina E, solo en épocas de sequía se puede requerir suplementación. Animales en confinamiento o alimentados con forrajes de muy baja calidad pueden generar un inadecuado consumo de la vitamina, así como factores que incrementen las necesidades de vitamina E (ej. grasas insaturadas, aguas altas en nitratos, micotoxinas, etc..) o en zonas con niveles deficientes de selenio en los forrajes. El NRC, 1996 recomienda entre 15 y 60 mg de vitamina E/kg para terneros.

La toxicidad en vitamina E no ha sido demostrada en rumiantes (NRC,1996).

Vitaminas del complejo b y k

Los microorganismos del rumen tienen la capacidad de sintetizar grandes cantidades de vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, piridoxina, biotina, ácido fólico, niacina, ácido pantoténico, B12 en presencia de cobalto) y K, las cuales están disponibles para ser absorbidas de los productos microbiales en el intestino.

Además el animal es capaz de sintetizar vitamina C y niacina a partir de triptófano. Las bacterias del rumen no sintetizan colina, sin embargo, los forrajes pueden ser importantes fuentes de suministro de colina. Sin embargo, se han reportado deficiencias de vitaminas del complejo B en rumiantes debido a: problemas que afecten marcadamente la población microbial del rumen, enfermedades infecciosas y parásitos, antagonistas de vitaminas (ej.tiaminasas), acidosis, grasas rancias, micotoxinas, uso antibióticos, niveles bajos de cobalto <0.15 ppm en la dieta (B₁₂), stress, consumo de alimento reducido o de

muy baja calidad, o interrelaciones con otros nutrientes de la dieta.

CONCLUSIONES

La suplementación con vitaminas en rumiantes en pastoreo en la zona tropical, es limitada a necesidades muy específicas del animal o del producto. Un animal sano, pastoreando, consumiendo forraje verde en adecuadas cantidades suple los requerimientos de vitaminas según las tasas de crecimiento reportadas en la zona tropical, siempre y cuando el rumen esté funcionando normalmente.

Cuando se decide la suplementación de los rumiantes es esencial considerar la forma, concentración y tasa de degradación de las vitaminas que se usen. Las vitaminas son un factor importante en la nutrición del animal, no es el único, pero lo esencial es tener bien nutrido al rumiante.

BIBLIOGRAFÍA

- Hill, G.M. y S.E. Williams, 1993. Vitamin E in beef nutrition and meat quality. Proc. 1993 Minnesota Nutr. Conf., Bloomington. 197.
- Hutchinson, L.J., Scholz, W., y T.R. Drake. 1982. Nutritional myodegeneration in a group of chianina heifers. J. Am. Vet. Assoc. 181:581
- Malone, J.I. 1975. Vitamin passage across the placenta. Clin. Perinatology 2:295
- McDowell, L.R., S.N. Williams, N. Hidiriglou, C.A. Njeru, G.M. Hill, L. Ochoa y N.S. Wilkinson, 1994. Vitamin E Supplementation for the Ruminant. Proc. 15th Western Nutrition Conference. Winnipeg, Manitoba, Canada. 161 - 184.
- National Research Council, 1996. Nutrient Requirement of Beef Cattle, 7th Revised Ed. Washington D.C., National Academy Press.
- National Research Council, 1987. Vitamin Tolerance of Animals. Washington D.C., National Academy Press.
- Monje, A. R. 1995a. Aspectos técnicos en la alimentación de terneros destetados precozmente. Memorias. Jornadas Internacionales de Actualización. Ganadería Subtropical '95. pp. 31-39.
- Monje, A. R. 1995b. Sistemas intensivos de producción de terneros "bolita". Memorias. Jornadas Internacionales de Actualización. Ganadería Subtropical '95. pp. 77-82.
- Monje, A. R.; Hofer, C. C. y Galli, I. O. 1991. Eficiencia de conversión de terneros en función de la edad al destete. INTA EEA C. del Uruguay, Prod. Anim. Inf. Téc. 3:117-121.
- Monje, A. R.; Hofer, C. C. y Galli, I. O. 1993. Destete precoz en cria vacuna. Memorias. Jornada de Difusión Técnica. INTA EEA C. del Uruguay. 59 p.
- Reinhardt, T.A. y F.G. Hustmyer. 1987. Role of D in immune system. J. Dairy Sci. 70:952.
- Smith, K.L., Harrison, J.H., Hancock, D.D., Todhunter, D.A. y H.R. Conrad. 1984. Effect of vitamin E and selenium supplementation on incidence of clinical mastitis and duration of clinical symptoms. J. Dairy Sci. 67:1293.

9. ALTERNATIVAS PARA ALIMENTACION DE TERNEROS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA DOBLE PROPOSITO

JORGE MEDRANO LEAL⁹

En la última década se ha incrementado el número de explotaciones bovinas tropicales en donde el producto fundamental es la leche. Para cumplir con este propósito se ha generado tecnología relacionada con la genética, el manejo, la alimentación y la administración como herramientas para hacer el sistema de producción de leche tropical competitivo y eficiente.

Dentro de estos aspectos, la alimentación del ternero se presenta como fundamental y de ella depende el desarrollo de los animales de reemplazo, el volumen de leche disponible para la venta y el intervalo entre partos de la vacada.

En los países industrializados se utiliza el sistema de crianza artificial, el cual está respaldado por la especialización en producción de leche y la disponibilidad de usar sustitutos lecheros.

Por el contrario en los países en desarrollo se utiliza un sistema de crianza tradicional en el cual el ternero está con la vaca durante el ordeño para estimular la bajada de la leche y permanece con ella después del ordeño por

un tiempo que va entre 1 y 12 horas dependiendo de la edad del ternero. En ese periodo toma la leche que le deja el ordeñador a su criterio. En este sistema, el destete generalmente coincide con el secado de la vaca (entre 6 y 9 meses), por lo cual se puede presentar un efecto reproductivo adverso.

En el presente documento se analiza en forma resumida el ternero y se detalla el amamantamiento restringido como el sistema disponible para el trópico en ganaderías de doble propósito.

1. Aspectos anatómicos y fisiológicos

En las primeras semanas de vida el ternero cuenta solo con el abomaso como un compartimento estomacal funcional. En esta etapa el ternero es considerado fisiológicamente inmaduro por tener un sistema digestivo altamente ligado a la leche.

En las primeras horas el abomaso tiene capacidad hidrolítica limitada a péptidos lácticos, con poco desarrollo de células secretoras de ácido clorhídrico, lo cual facilita el escape de las inmunoglobulinas colostrales.

⁹ Zootecnista. M.Sc. Investigador Programa Pecuario Regional 5 CORPOICA CI-Palmira A.A. 1301. E-mail: jmedrano@telesat.com

COL 614/1713

A medida que transcurren las semanas el tamaño del retículo rumen incrementa su

proporción con relación a los otros compartimentos (Cuadro 1).

Tabla 1. Desarrollo de los compartimientos estomacales de acuerdo con la edad del ternero.

COMPAR- TIMIENTO	EDAD (SEMANAS)						
	0	4	8	12	16	26	38
RETICULO RUMEN	38	52	60	64	67	64	64
OMASO	13	12	13	14	18	22	25
ABOMASO	49	36	27	22	15	14	11

Ese desarrollo está determinado por el establecimiento de la flora ruminal, lo cual depende fundamentalmente del régimen alimenticio al cual es sometido el ternero.

Ya en la primera semana de edad empieza el proceso de colonización del rumen por parte de las bacterias celulolíticas, el número de las cuales se eleva en forma constante hasta la semana 13, cuando desciende probablemente por el establecimiento de poblaciones de protozoos.

2. El calostro

Un aspecto a considerar en la alimentación del ternero y de importancia básica en sus supervivencia y posterior desarrollo, es garantizar el adecuado consumo de calostro en el momento oportuno es decir en las primeras doce horas de vida.

En las tablas 2 y 4 se muestra la composición del calostro comparada con la de la leche y la variación en la composición del calostro en las primeras 24 horas postparto.

Es de anotar que el poder inmunológico del calostro se debe potencializar en las primeras seis horas cuando el proceso de absorción de las inmunoglobulinas es más eficiente (tabla 3).

Tabla 2. Composición calostro y leche (primeras 24 horas)

COMPONENTE	CALOSTRO	LECHE
Sólidos totales, %	21.9	12.5
Grasa, %	5.6	3.7
Proteína, %	14.2	3.4
Caseína, %	5.2	2.6
Lactosa, %	3.1	4.6
Calcio, %	0.26	0.13
Fósforo, %	0.24	0.10
Magnesio, %	0.04	0.01
Hierro, mg/100g	0.20	0.05
Cobre, mg/100g	0.06	0.02
Cobalto, μ g/100g	0.50	0.05
Yodo, μ g/100g	0.03	0.01
Carotenos, μ g/g grasa	35	7
Vitamina A, μ g/g grasa	45	8
Vitamina E, μ g/g grasa	125	20
Tiamina, μ g/g grasa	60	40
Riboflavina, μ g/g grasa	500	150
Colina, mg/100 g	53	13

3. Leche Residual

La producción de leche ocurre por estimulación y reflejo endocrino con liberación de oxitocina; con relación positiva entre el nivel de esta hormona la estimulación y la producción de leche.

Sin embargo, a pesar de esa relación diversos estudios han mostrado que alrededor del 15% de la leche se queda en la ubre. Esta leche que contiene mayor cantidad de grasa es la llamada leche residual. Su cantidad esta

directamente relacionada con la producción total, variando de acuerdo al mes de lactancia.

Una vez que esta leche es extraída por el amamantamiento del ternero, aun permanece en la ubre 1.2 a 3.4% de leche. Igualmente, las vacas amamantando tienden a retener mayores volúmenes de leche (ej: leche residual en vacas amamantando es de 24 a 28% comparado con 13 a 18 % en vacas sin ternero.

Tabla 3. ABSORCION DE IgG

Horas post-nacimiento	6	12	24	36	48
IgG (% de ingerida en el plasma)	66.0	46.7	11.5	6.7	6.0

Tabla 4. Variacion de la composicion del calostro durante las primeras 24 horas

CONSTITUYENTE	CALOSTRO			LECHE
	0 horas	12 horas	24 horas	
Sólidos totales, %	24.7	20.7	17.1	12.9
Cenizas, %	1.1	1.0	1.0	0.7
Grasa, %	6.0	5.5	5.0	3.6
Proteína, %	11.3	9.6	7.1	3.3
IgG mg/ml	38.2	32.2	21.5	-

4. Amamantamiento restringido

Este sistema de alimentación que involucra cambios en el manejo tanto de la vaca como del ternero se fundamenta en:

- Reducir tiempo de permanencia de la vaca con el ternero.
- Reducir edad al destete
- Maximizar potencial lechero de las vacas mediante el uso de la leche residual.
- Lograr elevada producción de leche con buen crecimiento de las crías.
- Obtener buen comportamiento reproductivo.
- Reducir índice de mastitis.
- Mantener tasa de mortalidad baja.

En las tablas 5 al 9 se presentan los efectos del amamantamiento restringido sobre diversos aspectos del sistema de producción.

Se observa que el amamantamiento restringido se refleja en un mejor crecimiento del ternero que si se compara con el sistema de crianza artificial; igualmente, hay una mejor conversión de leche. (tablas 5 y 6)

Tabla 5. Efecto del amamantamiento restringido sobre el crecimiento del ternero

RAZA	CRECIMIENTO, g/día		CONVERSION LECHE*	
	AMAMANT. RESTRINGIDO	CRIANZA ARTIFIC	AMAMANT. RESTRINGIDO	CRIANZA ARTIFIC
CRUCES	464	277	-	-
HOLSTEIN	770	500	7.8	8.0
HERFORDX HOLSTEIN	497	353	8.4	9.3
BUFALOS	463	330	6.2	8.5

*Leche consumida/ganancia de peso

Tabla 6. Comportamiento de terneros criados con el sistema de amamantamiento restringido

RAZA	EDAD DESTETE (d)	GANANCIA (g/d)
HOLSTEIN	84	770
HOLSTEIN	70	860
P.S. x Criollo	90	579
H x C	60	690
LUCERNA	126	572
LUCERNA	180	544
Criollo x H	90	330
CRIOLLO	90	440
H x P.S.	56	862

En la tabla 7 se observa que el amamantamiento restringido se traduce en una mayor volumen total de leche producida,

mientras que en la tabla 8 se muestra su efecto sobre la incidencia de mastitis y en la tabla 9 sobre la reproducción.

Tabla 7. Efecto del amamantamiento sobre la producción de leche.

RAZA	Amamantamiento Restringido			Producción leche sin ternero
	BALDE	TERNERO	TOTAL	
	Producción lactancia (kg)			
Cruce	910	560	1470	218
Holstein	3424	-	3424	2340
Holstein	1598	-	1598	1463
	Producción diaria (kg)			
Holstein	6.2	6.9	13.1	10.7
Holstein	7.8	6.8	14.6	9.7
F1 (HxC)	3.9	6.6	10.2	6.3

Tabla 8. Efecto del amamantamiento restringido sobre la incidencia de mastitis

	SIN AMAMANTAMIENTO	AMAMANTAMIENTO RESTRINGIDO
No. Vacas	45	47
Incid. Mastitis, %		
Negativa	54	77
Sospechosa	13	14
Positiva	32	7
Casos clínicos	7	0
Cuartos perdidos	2	0

Tabla 9. Efecto del amamantamiento restringido sobre la reproducción

RAZA	PRIMER ESTRO, días		I.P., días	
	CRIANZA ARTIFIC	AMAMANT. RESTRINGIDO	CRIANZA ARTIFIC	AMAMANT. RESTRINGIDO
HOLSTEIN	-	-	352	352
H x C	-	-	336	343
H x C	-	84	-	350
HOLSTEIN	89	90	365	373
H x cruces C	-	-	-	380
H x C	-	-	399	422
H x P x C	-	-	474	416
HOLSTEIN	65	66	392	394

En general el sistema de crianza de terneros en ganaderías de doble propósito sigue las siguientes pautas: Consumo calostro primeras 12 horas Ternero con la madre 4 primeros días Primeros 20 días se deja un cuarto sin ordeñar Inmediatamente después de cada

ordeño el ternero con la vaca por 20 minutos Dos primeros meses suplementación con concentrado comercial (600 a 1.000 g/d) Suministro leguminosas: 2 - 3% P.V. en forraje verde (1 a 3 kg/d) Pastoreo

BIBLIOGRAFIA

- Church, D. (De.) 1988. The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall. New Jersey.
- Elias, A. y Lannes, M. 1988. Fisiología del Ternero. En: Temas sobre el Ternero. Publicación Gubernamental. La Habana. Cuba.
- García, L. 1988. Ambiente físico y su efecto sobre el ternero. En: Temas sobre el Ternero. Publicación Gubernamental. La Habana. Cuba.
- Haines, D., Chelack, B. and Naylor M. 1990. Immunoglobulin concentrations in commercially available colostrum supplements for calves. Can. Vet. J. 31:36

posibilidades tecnológicas; además, Colombia tiene el privilegio de poder producir caña durante todo el año gracias a las condiciones climáticas.

La caña se compone básicamente de dos fracciones la soluble y la insoluble. La fracción soluble se caracteriza por su alto valor biológico y su elevado contenido de azúcares simples (sacarosa). De esta fracción se genera el jugo, la miel rica, la miel A, la miel B y la miel final dependiendo del nivel de

proceso para extracción de la sacarosa. Por su parte la fracción insoluble tiene bajo valor biológico debido a que esta constituida por compuestos estructurales como celulosa, hemicelulosa y lignina.

De esta fracción se distinguen el cogollo, las hojas secas, el bagazo y la cachaza. En la tabla 1 se presenta el fraccionamiento de la caña de azúcar en su estado natural y en el proceso industrial.

Tabla 1. Fraccionamiento de la caña de azúcar en su estado natural y en el proceso industrial.

FRACCION	ESTADO NATURAL %	INDUSTRIA %
Cogollo + hojas verdes	8	9.4
Cortezas + hojas secas	14	8.2
Tallos	78	82.4
Azúcar		10.4
Mieles		15.5
Bagazo		23.1
Cachaza		3.3

2.1. Uso de Caña Integral

El forraje integral de la caña de azúcar constituye una fuente importante de materia seca, especialmente útil durante las épocas de verano cuando el rendimiento de otras gramíneas es menor. Teniendo en cuenta su composición y valor nutritivo (tabla 2) el rango de consumo de caña entera para materia seca esta entre 1.5 a 1.9% del peso

vivo y para forraje verde entre 6 y 9% del peso vivo. El bajo consumo voluntario de caña de azúcar esta dado por factores de índole físico y metabólico. La limitación física es debida a la acumulación en el rumen de la fracción fibrosa y su baja tasa de pasaje. La limitación metabólica es debida a la falta de precursores glucogénicos, ácido propiónico y amino ácidos

Tabla 2. Composición química de la caña de azúcar

COMPONENTE	MS (%)
Materia seca	20
Nitrógeno	0.32
Hemicelulosa	20
Celulosa	20
Lignina	
Azúcares totales	40
Cenizas	5

Tabla 9. Efecto del amamantamiento restringido sobre la reproducción

RAZA	PRIMER ESTRO, días		I.P., días	
	CRIANZA ARTIFIC	AMAMANT. RESTRINGIDO	CRIANZA ARTIFIC	AMAMANT. RESTRINGIDO
HOLSTEIN	-	-	352	352
H x C	-	-	336	343
H x C	-	84	-	350
HOLSTEIN	89	90	365	373
H x cruces C	-	-	-	380
H x C	-	-	399	422
H x P x C	-	-	474	416
HOLSTEIN	65	66	392	394

En general el sistema de crianza de terneros en ganaderías de doble propósito sigue las siguientes pautas: Consumo calostro primeras 12 horas Ternero con la madre 4 primeros días Primeros 20 días se deja un cuarto sin ordeñar Inmediatamente después de cada

ordeño el ternero con la vaca por 20 minutos
 Dos primeros meses suplementación con concentrado comercial (600 a 1.000 g/d)
 Suministro leguminosas: 2 - 3% P.V. en forraje verde (1 a 3 kg/d) Pastoreo

BIBLIOGRAFIA

- Church, D. (De.) 1988. The Ruminant Animal. Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall. New Jersey.
- Elias, A. y Lannes, M. 1988. Fisiología del Ternero. En: Temas sobre el Ternero. Publicación Gubernamental. La Habana. Cuba.
- García, L. 1988. Ambiente físico y su efecto sobre el ternero. En: Temas sobre el Ternero. Publicación Gubernamental. La Habana. Cuba.
- Haines, D., Chelack, B. and Naylor M. 1990. Immunoglobulin concentrations in commercially available colostrum supplements for calves. Can. Vet. J. 31:36

- Hutjens, M. 1997. Dairy Calf Nutrition and Management. University of Illinois, Urbana. <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Ag>.
- Medrano J. 1994. Factores que influncian el consumo voluntario de rumiantes en pastoreo. En: Manual "Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. CORPOICA. Pasto, Nariño.
- Medrano, J. 1992. Estrategias de suplementación para rumiantes en pastoreo con énfasis en la época de verano. En: Memorias curso Internacional avanzado de nutrición y alimentación de rumiantes. ESPOCH. Riobamba, Ecuador
- Murgueitío, E. y Duran, J. 1985. El amamantamiento restringido. Mimeografiado.
- Navas, A. 1995. Nutrición de Poligástricos. Editorial UNISUR. Bogotá. Colombia.
- Preston, T., Leng, R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condit, Colombia.
- Pulido, J. 1994. Fisiología digestiva del rumiante. En: Manual "Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. CORPOICA. Pasto, Nariño.
- Ugarte, J. y Benites, D. 1988. Crianza de Terneros. En: Temas sobre el Ternero. Publicación Gubernamental. La Habana. Cuba.
- Zapata, J., Sanchez, L. y Medrano, J. Resúmenes de investigación en ganado de leche. Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira, Colombia p:1-14.

10 .POTENCIAL DE LOS CULTIVOS FORRAJEROS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA Y ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LA CONSERVACION DE FORRAJES

JORGE MEDRANO LEAL¹⁰

Las perspectivas de incremento de la población mundial, que llegaría en el año 2025 a los 8.500 millones de habitantes, con los mayores incrementos produciéndose en el mundo en desarrollo, obligan a pensar en la necesidad de aumentar la producción de alimentos en 2.600 millones de toneladas manteniendo los niveles de consumo per capita actuales y en 4.500 millones de toneladas adicionales si se quiere aumentar, en cantidad y calidad, la dieta de la población pobre.

Igualmente, es claro que la producción de proteína animal debe duplicarse en los próximos 20 a 25 años, visualisándose que es en los países en desarrollo donde debe llevarse a cabo la mayor proporción de este aumento.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta los paradigmas de fin de siglo relacionados con sostenibilidad del sistema productivo y generación de una agricultura donde la influencia de los insumos externos sea mínima, se hace necesario desarrollar procesos tecnológicos adecuados a las

características productivas de la zona haciendo énfasis en la producción de alimentos al interior de la explotación. El propósito de este escrito es presentar las posibilidades de los cultivos forrajeros para los sistemas de producción bovina, con algunos ejemplos de los mayormente investigados y utilizados, a la vez que refrescar los principios básicos del proceso de ensilaje como vía para almacenar y conservar materiales para alimentación animal.

1. Problemática tecnológica de los sistemas de producción bovinos

Los procesos de apertura y globalización de las economías han puesto al descubierto las grandes debilidades tecnológicas de la ganadería colombiana. Estas debilidades se han reflejado en la pérdida de la competitividad de los productos cárnicos y lácteos y su debilidad ante la competencia internacional.

Sin olvidar que existen graves problemas de índole socioeconómica (seguridad, mano de obra, infraestructura de mercados, etc.)

¹⁰ Zootecnista. M.Sc. Investigador Programa Pecuario Regional 5 CORPOICA CI-Palmira. A.A. 1301. Email: jmedrano@telesat.com

existen problemas tecnológicos dentro del sistema de producción para los cuales es necesario aplicar tecnología previamente desarrollada y/o explorar nuevas soluciones tecnológicas a involucrar en los sistemas ganaderos.

Limitantes relacionados con el uso de los recursos naturales y el ambiente

- Pérdidas de biodiversidad como consecuencia de la quema y tala de los bosques.
- Erosión y degradación de las propiedades físico, químicas y biológicas del suelo.
- Deterioro de la disponibilidad y calidad del agua.

Limitantes relacionados con el uso del recurso animal

- Desbalance entre el potencial genético animal y el aporte de nutrientes del sistema.
- Desconocimiento de la genética del recurso animal y su balance con el medio ambiente.
- Perturbaciones marcadas del proceso reproductivo.
- Incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias.

Limitantes relacionados con el uso de los recursos forrajeros.

- Estacionalidad de la producción de forraje.
- Especies forrajeras poco productivas y de baja calidad.
- Reducido uso de especies arbóreas y arbustivas

Limitantes relacionados con el uso de sistemas de alimentación

- Inadecuado uso de la suplementación.
- Reducida utilización de residuos y subproductos.
- Esquemas de alimentación no acordes con estado fisiológico del animal.
- Uso ineficiente de los nutrientes de la dieta.

Dentro de este listado de problemas tecnológicos se destacan los relacionados con la estacionalidad de la producción de forraje y la calidad y cantidad de la biomasa generada dentro del sistema ganadero. Es en este sentido que se propone el uso intensivo de cultivos que integrados a la alimentación animal podrán generar beneficios económicos y generación de empleo en el sector rural.

Dentro de los cultivos que cuentan en la actualidad con tecnología para ser incluidos en los sistemas de producción bovinos están la caña de azúcar, la yuca y la soya, existiendo otros en los cuales se esta en vías de completar el paquete tecnológico, entre estos últimos se puede mencionar el frijol caupi y los amarantos

2. Caña de azúcar (*Saccharum* spp.)

Este es un cultivo originado del Asia con centros de dispersión en Polinesia, oriente Medio y el Norte de Africa. Se caracteriza por ser una planta perenne, perteneciente al grupo C4 por su forma de utilización de la energía luminica.

Este ultimo hecho hace que sea una planta altamente eficiente en el proceso de fotosíntesis y formación de materia seca a partir de energía luminica. Aunque la producción mundial promedio muestra 50 ton F.V./ha/año, se conoce que el potencial genético de la planta es de 300 ton F.V./ha/año, lo que muestra sus grandes

posibilidades tecnológicas; además, Colombia tiene el privilegio de poder producir caña durante todo el año gracias a las condiciones climáticas.

La caña se compone básicamente de dos fracciones la soluble y la insoluble. La fracción soluble se caracteriza por su alto valor biológico y su elevado contenido de azúcares simples (sacarosa). De esta fracción se genera el jugo, la miel rica, la miel A, la miel B y la miel final dependiendo del nivel de

proceso para extracción de la sacarosa. Por su parte la fracción insoluble tiene bajo valor biológico debido a que esta constituida por compuestos estructurales como celulosa, hemicelulosa y lignina.

De esta fracción se distinguen el cogollo, las hojas secas, el bagazo y la cachaza. En la tabla 1 se presenta el fraccionamiento de la caña de azúcar en su estado natural y en el proceso industrial.

Tabla 1. Fraccionamiento de la caña de azúcar en su estado natural y en el proceso industrial.

FRACCION	ESTADO NATURAL %	INDUSTRIA %
Cogollo + hojas verdes	8	9.4
Cortezas + hojas secas	14	8.2
Tallos	78	82.4
Azúcar		10.4
Mieles		15.5
Bagazo		23.1
Cachaza		3.3

2.1. Uso de Caña Integral

El forraje integral de la caña de azúcar constituye una fuente importante de materia seca, especialmente útil durante las épocas de verano cuando el rendimiento de otras gramíneas es menor. Teniendo en cuenta su composición y valor nutritivo (tabla 2) el rango de consumo de caña entera para materia seca esta entre 1.5 a 1.9% del peso

vivo y para forraje verde entre 6 y 9% del peso vivo. El bajo consumo voluntario de caña de azúcar esta dado por factores de índole físico y metabólico. La limitación física es debida a la acumulación en el rumen de la fracción fibrosa y su baja tasa de pasaje. La limitación metabólica es debida a la falta de precursores glucogénicos, ácido propiónico y amino ácidos.

Tabla 2. Composición química de la caña de azúcar

COMPONENTE	MS (%)
Materia seca	29
Nitrógeno	0.32
Hemicelulosa	20
Celulosa	27
Lignina	7
Azúcares totales	40
Cenizas	5

Nutricionalmente los limitantes de la caña de azúcar como fuente de alimento se centran principalmente en el nulo aporte de lípidos a la dieta, en el reducido aporte de proteína y en que a nivel ruminal genera un patrón de fermentación hacia acetato y butirato.

Por esas razones en su utilización debe tenerse en cuenta la suplementación con nitrógeno no proteico, proteína sobrepasante y follaje verde como fuente de proteína soluble.

La limitante metabólica revela la importancia de la suplementación con proteína sobrepasante y con almidones; por eso los buenos resultados de la suplementación con harina de pescado y pulidora de arroz que aportan proteína, almidón y grasa a nivel de duodeno.

Se recomienda incluir hasta el 5% de urea, en base seca, en las raciones de bovinos adultos. En vacas con producciones

promedias de 4 l.g/día con 3% de urea en la ración fresca se incrementó el consumo de caña en 46% y la producción en 30%; con 0.9% de urea el incremento en consumo fue solo del 10%.

En todos los casos se ha recomendado incluir 0.14% de azufre en base fresca mezclado con la urea que se esparce sobre el forraje.

2.2. Uso del cogollo de caña

El cogollo de caña es una fracción de la planta de un aceptable valor como forraje base y que en la actualidad tiene mínima utilización siendo por el contrario un residuo de cosecha que para su manejo implica costos para el sistema caña o costos ambientales cuando es quemado.

En la tabla 3 se muestra la composición del cogollo.

Tabla 3. Composición química del cogollo de caña

COMPONENTE	MS (%)
Materia seca	27
Nitrógeno	0.43
Extracto etéreo	0.8
Azúcares totales	27
Fibra	57
Ceniza	5.3
Azufre	0.4

En las tablas 4 y 5 se muestran resultados con el uso del cogollo de caña en alimentación de rumiantes y diferentes formas de suplementación. Se observa que el cogollo

puede reemplazar satisfactoriamente un forraje base, debiendo suplementarse con fuentes de NNP, proteína sobrepasante y proteína soluble.

Tabla 4. El cogollo de caña como dieta base para la limentación de animales en crecimiento.

	PASTO ELEFANTE	COGOLLO DE CAÑA
Peso inicial kg	118	117
Peso final kg	302	312
Ganancia g/día	730	774
Consumo	1.7	2.0

Los animales consumieron 3.5 kg/día de hoja de yuca fresca y 1 kg/día de concentrado con 13% de proteína

Tabla 5. Efecto de la suplementación sobre el comportamiento de novillas alimentadas con cogollo de caña.

	DIETA*			
	1	2	3	4
CONSUMO (kg/d)				
Cogollo	6.3	7.4	6.1	6.0
Melaza/Urea**	4.2	4.8	4.3	4.8
Afrecho trigo	-	1.0	-	1.0
Gallinaza	-	-	1.0	1.2
MS total	5.1	6.7	6.0	7.5
GANANCIA (g/d)	241	661	502	772

*1= Control. 2= Afrecho 3= Gallinaza 4=Gallinaza+Afrecho ** 2.5% Urea

En general se observa que la caña integral y el cogollo de caña son materiales importantes como dieta base de los rumiantes y con estrategias adecuadas de suplementación pueden ser utilizados en los sistemas de producción bovinos.

- Alto rendimiento en tubérculos y área foliar.
- Altos niveles proteicos y de vitaminas en sus hojas y excelente concentración de energía en sus raíces.

3. Yuca (*Manihot sculenta*)

La yuca es un cultivo tradicional del país y cuenta con características de adaptación que lo hacen importante para los sistemas de producción bovina tropical.

- Poco exigente a tipo de suelo.
- Poco exigente a fertilizantes.
- Precipitaciones 300 a 3.000 mm/año.
- Temperaturas 10 a 30°
- Reducida incidencia de plagas.

En el mundo se reportan rendimientos en el cultivo desde 3.6 toneladas de tubérculo por hectárea en Angola hasta 19.8 ton/ha en la India; estos datos muestran el potencial de este cultivo.

En la tabla 6 se muestra la comparación del rendimiento de yuca en tubérculo con el rendimiento de algunos cereales y una leguminosa. Se observa en promedio rendimientos 3 a 4 veces superiores para la yuca en términos de toneladas por hectárea.

Tabla 6. Rendimiento tuberculo yuca comparado con otros cultivos

CULTIVO	RENDIMIENTO (TON/HA)
Arroz paddy	3.5
Trigo	2.2
Maíz	2.4
Yuca	9.9
Sorgo	1.1
Soya	1.8

En la tabla 7 la comparación se hace en términos de rendimiento en proteína y energía por hectárea. Se observa que el tubérculo produce 2.3 y 3.2 veces mas energía (Mcal/ha) que los granos de maíz y sorgo

respectivamente. Por otro lado, la hoja de yuca produce 11.6 y 13.2 veces mas proteína (kg/ha) que los cultivos de maíz y sorgo respectivamente.

Tabla 7. Comparacion produccion de proteína y energía/ha del cultivo de yuca

CULTIVO	Energía (Mcal/ha)	Proteína (Kg/ha)
YUCA (Raíz)	20.016	139.2
YUCA (Hoja)	3.000	2.000
MAIZ	8.734	172.2
SORGO	6.206	150.9

La hoja de yuca se muestra como un importante suplemento proteico para la alimentación de rumiantes. En la tabla 8 se

muestra la caracterización química de la hoja de yuca.

Tabla 8. Composición química follaje de yuca

COMPONENTE	% MS
PROTEINA	20
FIBRA	10.5
METIONINA+CISTINA	0.52
LISINA	1.4
CALCIO	1.2
FOSFORO	0.3
E. DIGESTIBLE (rumiantes)	2.70 Mcal/kg
1 kg de MS de follaje:	
600 mg de xantofilas totales	
500 mg de xantofilas pigmentadas	
400.000 a 1'000.000 UI de Vit A	

Diferentes evaluaciones de la hoja de yuca como suplemento proteico y utilizando diferentes forrajes base muestran ganancias de peso adecuadas para animales en crecimiento (Cuadro 9).

La suplementación de 2 y 4 kilogramos de hoja de yuca por día para novillas en crecimiento alimentadas con ensilaje de maíz o pasto elefante picado mostró ganancias de peso de 531 y 611 g/día para el ensilaje de maíz y de 505 y 540 g/día para el pasto elefante. Suplementación a animales en pastoreo con 7.5 kg/día de hoja de yuca mostró ganancias superiores a la

suplementación con 2.5 kg/día de concentrado (684 vs 589 g/día). Otra opción de uso de la hoja de yuca se encuentra actualmente en desarrollo en Cuba.

Consiste en permitir a los animales cosechar la hoja de yuca permitiéndoles el pastoreo dentro del cultivo durante tres horas. La tabla 10 muestra la composición del pasto utilizado y de las diferentes fracciones del follaje de yuca pastoreado por los animales. Se observa una mejor producción de leche basado específicamente en un patrón de fermentación hacia ácido propionico a nivel de rumen.

Tabla 9. La hoja de yuca en la alimentación de rumiantes en crecimiento

FORRAJE BASE	HOJA DE YUCA kg/d	SUPLEMENTO kg/d	GANANCIA g/d	CONVERSION
Ensilaje maíz	2	1	531	8.8
Ensilaje maíz	4	1	611	6.6
Elefante	2	1	505	8.5
Elefante	4	1	540	8.8
Pangola	7.5	-	684	
Pangola	-	2.5	589	
Pangola	-	-	443	
Ensilaje maíz	8	-	835	6.8
Elefante	8	-	707	7.6
Elefante	-	2	649	6.0
Maíz	4.5	1	825	7.8
Cogollo cana	4.5	1	733	9.0
Elefante	4.5	1	631	7.0

Tabla 10. Composición del pasto bermuda y el follaje de yuca

	PASTO BERMUDA	YUCA HOJAS	YUCA PECIOLLO	YUCA TALLOS
M.S. %	37	28	17.2	20.1
Proteína, %	10.5	22.5	8.4	8.5
Fibra, %	35.7	25.0	35.3	35.0
Calcio, %	0.31	1.14	1.10	0.69
Fósforo, %	0.23	0.33	0.18	0.24
DIVMO, %	56.1	78.0	61.5	58.7

Tabla 11. Producción y composición de la leche de vacas pastoreando yuca (3 h/d)

	BERMUDA + YUCA	BERMUDA
Producción, l/d	12.7	11.4
Composición leche		
Proteína	2.99	2.97
Lactosa	4.93	4.77
Sólidos totales	11.5	11.1
Líquido ruminal		
AGV, mmol/l	116.6	126.9
Acético, molar %	55.1	56.7
Butírico	10.2	10.1
Propiónico	30.3	22.1

Con base en lo anterior se observa que el cultivo de la yuca reúne unas características importantes: rusticidad como cultivo y elevados niveles de producción de proteína (hoja) y de energía (tubérculo), lo cual lo muestra como una especie a involucrar en los sistemas de producción bovina tropicales.

Soya (*glycine max*)

La soya tradicionalmente ha sido usada para producción de grano con destino a la producción de aceite y tortas para la industria de concentrados animales.

Sin embargo sus tasas de crecimiento de 18:3 g ms/ m² (campo) y 78 g ms/ m² (modelos matemáticos) lo muestran como un cultivo con gran potencial para la producción de materia seca de elevado valor biológico y fijador de nitrógeno gracias a la simbiosis de este cultivo con cepas de *rhyzobium*.

Como puntos adversos se menciona la poca tolerancia del cultivo a la sequía y sus elevados niveles de extracción mineral. En las tablas 12 y 13 se observa la composición química tanto del grano de soya como del

follaje en etapa de prefloración.

Se observan importantes contenidos energéticos y proteicos del grano y elevados niveles de proteína en el follaje. De acuerdo al potencial anterior se están revisando actualmente los bancos de germoplasma de soya para seleccionar líneas promisorias con características forrajeras.

En las tablas 14 y 15 se observa la producción y calidad del follaje de tres líneas promisorias a los 56 y 90 días. a los 90 días se observan niveles de producción de materia seca de 4.4 a 5.8 ton/ha con contenidos de proteína de 18.1 a 18.9% y altura de planta de 124 a 128 cm.

Estos datos muestran a estas líneas como apropiadas para ser utilizadas en asocio con maíz para ensilar

Tabla 12. Composición química en base seca del grano de soya

COMPONENTE	CANTIDAD
ACEITE	18 a 20 %
PROTEINA	35 a 40 %
CALCIO	0.28 %
HIERRO	97 ppm
MAGNESIO	0.22 %
MANGANESO	28 ppm
FOSFORO	0.66 %
POTASIO	1.7 %
ZINC	22 ppm

Tabla 13. Composición química en base seca del follaje de soya (Inicio floración)

COMPONENTE	CANTIDAD
PROTEINA	18.4
GRASA	3.3
FIBRA	27.5
ENN	35.8
CENIZAS	7.0

En este sentido, la comparación entre ensilaje de maíz solo y el ensilaje de la asociación maíz + soya (Tabla 16) muestra incrementos

en el nivel de proteína (6.9 a 8.4%) y en la digestibilidad del material ensilado (60.8 vs 66.1).

Tabla 14. Producción y calidad de follaje de líneas promisorias de soya (56 días)

	LINEA			
	L-3285	L-3287	L-3288	ARIARI
F.V. (ton/ha)	21.49	21.04	20.90	19.6
MS (ton/ha)	3.6	3.9	3.5	3.4
MS (%)	16.6	18.4	17.0	17.3
P.C. (%)	19.3	18.6	18.4	20.5
Altura (cm)	105	101	109	99.6

Tabla 15. Producción y calidad de follaje de líneas promisorias de soya (90 días).

	LINEA			
	L-3285	L-3287	L-3288	ARIARI
F.V. (ton/ha)	25.4	28.3	20.5	28.8
MS (ton/ha)	5.4	5.8	4.4	5.7
MS (%)	21.3	20.5	21.7	19.6
P.C. (%)	18.9	18.4	18.1	21.2
Altura (cm)	128	125	124	100

Tabla 16. Producción y calidad de ensilaje de maíz + soya

	Producción (ton FV/ha)	MS (%)	PC (%)	DIVMS (%)
Ensilaje Maiz	35	28	6.9	60.1
Ensilaje Maiz + soya	30	30	8.4	66.1

4. Conservación de forrajes: ensilaje

El uso de cultivos forrajeros en los sistemas de producción bovinos implica la utilización de métodos de almacenamiento y conservación que permitan su aprovechamiento máximo y garanticen su disponibilidad. Para cumplir con ese objetivo se cuenta por el momento con el proceso de ensilaje ampliamente utilizado en otras latitudes.

Este proceso aunque implica costos adicionales para su utilización, permite disponer durante épocas críticas de materiales forrajeros a precios competitivos.

Las diferentes instalaciones para almacenar forrajes ensilados han sido diseñadas básicamente para ser usados en sistemas de mecanización intensiva. Realmente solo se requiere una superficie sólida que permita la compactación y un sistema que garantice la protección del material contra el agua y el aire. Es decir, no se requieren construcciones sofisticadas.

Con el fin de entender el fundamento bioquímico del proceso de ensilado de los materiales forrajeros es preciso puntualizar:

- Proceso se inicia al cortar la planta, ocurriendo inicialmente una pérdida de agua por los estomas.

- Las enzimas de la planta causa cambios en composición bioquímica. En primer lugar los carbohidratos (Sacarosa, fructosa, almidón) sufren un proceso de hidrólisis que los lleva a producir sus azúcares constitutivos. Estos azúcares son oxidados generando dióxido de carbono y agua, produciendo aumento de temperatura del material
- Durante este proceso el pH se reduce a niveles de 3.8 – 4.2.
- Materiales bien compactados y con humedad menor a 70% privilegian el crecimiento de bacterias lácticas. Su número se estabiliza a las tres semanas.
- En condiciones adversas se privilegia la colonización del material con levaduras, hongos y bacterias clostridiales, las cuales actúan a pH > 4.2 y temperaturas de 30 – 40°C. Estos microorganismos hidrolizan azúcares y lactato produciendo ácido butírico, a la vez que degradan amino ácidos produciendo amoníaco, lo cual hace el medio menos ácido, produciendo pérdida de calidad.

En la tabla 17 se observa la evolución en el número de bacterias lácticas presentes en el forraje durante diferentes eventos del proceso de ensilado.

Tabla 17. recuento microbiano en muestras de forraje verde y ensilajes (N° org./kg FV)

	TOTAL	BACTERIAS LACTICAS
Forraje cortado	5.9×10^9	$< 10^5$
Forraje cosechado	2.5×10^{11}	4.9×10^6
Forraje en el silo	3.0×10^{11}	8.3×10^7
Ensilaje (180 días)	3.9×10^7	7.0×10^6

Durante el proceso de ensilaje ocurren una serie de pérdidas que deben ser valoradas y estimado su efecto real.

Perdidas en el campo.

- Debidas a la respiración y las condiciones atmosféricas.
- Mínima (1 – 2%) si el forraje se ensila el mismo día)
- Lluvias, desecación prolongada producen pérdidas de CHO's solubles.

Perdidas durante el ensilaje.

- Aerobias o por respiración: Ocurre cuando la T° aumenta y el pH no cambia. Enzimas de la planta siguen oxidando los azúcares. Se reducen llegando rápidamente a condiciones de anaerobiosis.
- Fermentación: relacionadas con el tipo de bacterias.
- Heterolacticas originan productos gaseosos. (4 a 6% de pérdidas).
- Clostridios incrementan las pérdidas.
- Efluentes: 6 a 8% de la MS. Depende del tipo de silo, nivel de compactación y materia seca del forraje.

Perdidas mecánicas.

- Manejo del material desde la cosecha hasta ser suministrado a los animales.
- Acción de hongos y levaduras (oxidaciones) después de la apertura del silo.
- Pueden alcanzar 10%.

En resumen el proceso del ensilaje se fundamenta en controlar los niveles de acidez en condiciones anaerobias y su efectividad depende de que el forraje a ensilar reúna las siguientes características básicas:

- Alto rendimiento de MS
- Alto contenido de CHO's solubles
- Capacidad buffer
- MS: 25 a 30%

Cuando el material es deficiente en alguna de estas características se hace necesario el uso de aditivos. Estos se clasifican en:

- Sucedáneos de la fermentación: Disminuyen pH y restringen respiración.
- Activadores de la fermentación: Enzimas (celulasas), cultivos bacteriales, antioxidantes. Aumentan velocidad de fermentación y mejoran degradabilidad de la fracción fibrosa.

- Elementos nutritivos: Melaza (CHO's solubles). Sustrato para bacterias lactogenicas con disminuci3n r1pida de pH.
 - Precursores de 1cidos biol3gicos: Mezclas especiales que producen 1cido l1ctico.
- 5. REFLEXIONES**
- Existe un buen n1mero de especies vegetales tradicionalmente utilizadas por el sector agr3cola y que bajo un adecuado an1lisis pueden ser incorporadas en los sistemas de producci3n bovina como fuente de alimentaci3n integral para los animales.
 - Los cultivos potenciales, deben evaluarse econ3micamente y desarrollarse una tecnolog3a que permita su uso integral (Sistemas de labranza; sistema de manejo del cultivo; sistema de cosecha, conservaci3n y almacenamiento y sistema de alimentaci3n)
 - Es necesario desarrollar 1reas como la fertilizaci3n incluyendo los biofertilizantes y el uso de los microorganismos del suelo (Rhyzobium y Micorrizas)
 - Finalmente, alternativas tecnol3gicas como esta requieren el establecimiento de empresas ganaderas donde se privilegien herramientas administrativas y el conocimiento integral del sistema por parte del empresario ganadero.

BIBLIOGRAFIA

- Becerra, J. 1994. El ensilaje: Su proceso y utilizaci3n en la producci3n de leche. En: Manual "Alternativas no tradicionales para alimentaci3n de rumiantes. CORPOICA. Pasto, Nariño.
- Becerra, J. 1994. Importancia de la caña de az1car y sus subproductos en la alimentaci3n de rumiantes. En: Manual "Alternativas no tradicionales para alimentaci3n de rumiantes. CORPOICA. Pasto, Nariño.
- Garcia, R. y Hernandez, J. 1996. Harina de planta integral de yuca como sustituto de cereales en piensos para vacas lecheras. Revista Cubana de Ciencias Agr3colas. 30:253
- Garcia, T., Mesa, B., Herrera, J. Mora, E. y Recio, M. 1995. A note on the use of *Manihot sculenta* (cassava) as a protein option for grazing dairy cows. Cuban J. Agric. Sci. 29:23.
- Gordillo, W. y Rosero A. 1996. Evaluaci3n de cinco l3neas promisorias de soya para forraje bajo condiciones del CI-Palmira. Tesis de Grado I. Agr3nomo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.

- Martín, J., Galvez, G., De Armas, R., Espinosa, R., Vigoa, R y León, A. 1987. La caña de azúcar en Cuba. Editorial científico técnica, La Habana.
- Medrano J. 1994. Factores que influncian el consumo voluntario de rumiantes en pastoreo. En: Manual "Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. CORPOICA. Pasto, Nariño.
- Medrano, J. 1992. Estrategias de suplementación para rumiantes en pastoreo con énfasis en la época de verano. En: Memorias curso Internacional avanzado de nutrición y alimentación de rumiantes. ESPOCH. Riobamba, Ecuador
- Medrano, J. 1992. Subproductos agrícolas y su utilización en sistemas integrados de producción. En: Memorias curso Internacional avanzado de nutrición y alimentación de rumiantes. ESPOCH. Riobamba, Ecuador.
- Navas, A. 1995. Nutrición de Poligastricos. Editorial UNISUR. Bogotá, Colombia.
- Preston, T., Leng, R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condit, Colombia.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O&B Books, Inc. USA
- Zapata, J. y Medrano, J. 1992. Empleo de subproductos de la agroindustria en levante de novillas para producción de leche. Revista ICA 7:1.
- Zapata, J., Medrano, J y Agudelo O. 1989. Uso de ensilaje de girasol, ensilaje de maiz soya y ensilaje de maiz en animales productores de leche. Revista ASIAVA. Enero-Marzo. P: 31-36.
- Zapata, J., Sánchez, L. y Medrano, J. 1987. Resúmenes de investigación en ganado de leche. Instituto Colombiano Agropecuario. Palmira, Colombia p:1-14.

11. AVANCES EN EL ESTUDIO DE BACTERIAS CELULOLITICAS DEL RUMEN DE BOVINOS EN PASTOREO EN COLOMBIA Y SUS APLICACIONES FUTURAS

TITO E. DIAZ MUÑOZ¹¹

RESUMEN

Los microorganismos celulolíticos del rumen son los encargados de la degradación de la celulosa y la hemicelulosa, carbohidratos estructurales que son los componentes principales de la pared celular de los forrajes y la fuente primaria de energía para los rumiantes.

Por esta razón, los estudios bioquímicos, fisiológicos, nutricionales y enzimáticos de estas poblaciones microbiales, se convierten en la principal herramienta para desarrollar estrategias tecnológicas que permitan optimizar los procesos de degradación y fermentación de materiales fibrosos en el rumen e incrementar los niveles de producción de bovinos en pastoreo en condiciones de trópico.

Las bacterias *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Ruminococcus albus*, son reconocidas como las de mayor actividad celulolítica, y junto con los hongos anaerobios del género *Neocallimastix* son los microorganismos del rumen que revisten el mayor interés en el desarrollo de estrategias para incrementar la digestión de los forrajes,

especialmente, de forrajes tropicales con altos contenidos de pared celular. Los patrones de crecimiento y la actividad celulolítica de estos microorganismos están asociados con los sustratos disponibles en su hábitat natural o en el medio de crecimiento *in vitro*, y por lo tanto, es posible encontrar amplias diferencias en la capacidad para degradar celulosa entre bacterias de una misma especie aisladas del ecosistema ruminal de bovinos en diferentes ambientes.

Los estudios adelantados en el Programa Nacional de Nutrición Animal de Corpoica, han permitido encontrar diferencias intraespecíficas en los patrones de crecimiento de cepas de *F. succinogenes* aisladas de bovinos consumiendo pasto Teatino (*Bouteloua repens*) en la región del Alto Magdalena, con valores máximos y mínimos de 1.05 y .08 ($\times 10^7$) ufc/ml para la fase de adaptación (λ), 7.06 y 4.95 para la tasa de crecimiento específico máximo (μ) y de 15.2 y 12.96 para máximo crecimiento.

¹¹ Ph.D, Programa Nacional de Nutrición Animal, Corpoica, C.I. Tibaitatá, Santafé de Bogotá

COL 614 / 1714

Igualmente, se han encontrado valores máximos de actividad celulolítica de 115.72 nM glu/ml en extractos enzimáticos crudos de *F. succinogenes*, utilizando carboximetil-celulosa como sustrato. Estos hallazgos en los estudios de crecimiento de bacterias celulolíticas aisladas de bovinos en pastoreo de gramíneas tropicales en Colombia, las técnicas desarrolladas para la obtención de extractos enzimáticos crudos y la evaluación de la actividad celulolítica de cepas nativas de

bacterias ruminales, se convierten en herramientas de gran utilidad para la evaluación de la diversidad microbiana del ecosistema ruminal de los bovinos en diferentes regiones del país y, son los primeros pasos, hacia la obtención de inóculos microbiales ó extractos enzimáticos con alta capacidad celulolítica en Colombia, para ser utilizados en sistemas de producción animal de bovinos en pastoreo o en procesos industriales.

12. AVANCES EN LOS CONOCIMIENTOS SOBRE FERMENTACIÓN Y EL METABOLISMO DE NITRÓGENO Y CARBOHIDRATOS EN RUMIANTES Y SU APLICACIÓN EN LA FORMULACIÓN DE DIETAS

Juan Carulla Phd

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

Resumen

Los conocimientos sobre la nutrición de rumiantes ha avanzado sensiblemente en los últimos años. En el área de nutrición proteica se reconoce que los requerimientos del animal son de amino ácidos digestibles o proteína metabolizable y que esta tiene su origen en la proteína de origen microbial (proteína de la dieta fermentada e incorporada a los microorganismos del rumen) y la proteína pasante (proteína de la dieta no fermentada en el rumen).

En el área de la nutrición energética se reconoce que los requerimientos energéticos del animal son cubiertos principalmente por los ácidos grasos volátiles (AGV) productos de la fermentación de la materia orgánica (principalmente los carbohidratos) en el rumen.

Los diferentes modelos matemáticos que explican la dinámica de fermentación en el rumen sugieren que el balance entre la energía y proteína fermentables (sensibles al ataque de los microorganismos del rumen) es de vital importancia para un adecuado crecimiento microbial y producción de AGVs.

Este balance parece ser de particular importancia bajo condiciones tropicales donde la mayor proporción de energía esta en la porción fibrosa de la dieta y su transformación a AGV depende en gran medida de la actividad de los microorganismos.

Se ha sugerido que los niveles de urea en sangre o leche podrían ser un reflejo de la relación entre la energía y proteína de la ración y por ende se podrían utilizar como herramienta de diagnóstico del balance de la ración.

Introducción

Esta charla se enmarca dentro del seminario "Estrategias Nutricionales para la producción bovina en la Orinoquia" y tiene como objetivo dar elementos básicos sobre la nutrición de rumiantes.

Primero, se hará una breve reseña sobre los aspectos fundamentales de la nutrición proteica y energética (carbohidratos) y se hará especial énfasis en el balance entre energía y proteína en el rumen pues el autor considera este aspecto fundamental bajo las

COL 614/57555

condiciones tropicales donde una gran proporción de la ración son forrajes altamente fibrosos.

Particularidades de la digestión en los rumiantes

En el tracto digestivo de los rumiantes, a diferencia de otras especies, los alimentos se fermentan antes de que estos lleguen a el estómago verdadero o abomaso. Por esto, a los rumiantes se les conoce como fermentadores pregastricos.

La fermentación se lleva acabo en el reticulo rumen donde microorganismos allí presentes atacan el alimento ingerido por el animal. En el caso de la proteína, una fracción de esta es degradada a NH_3 , y a AGV y otro pasa intacta al tracto posterior (proteína de paso/proteína sobre pasante).

Los carbohidratos (azúcares, almidones, fibra) son degradados a AGV. Los productos de la fermentación en el rumen (NH_3 y a AGV y otra pasa intacta al tracto posterior (proteína de paso/proteína sobre pasante). Los carbohidratos (azúcares, almidones, fibra) son degradados a AGV.

Los productos de la fermentación en el rumen (NH_3 y AGV) pueden ser utilizados por los microorganismos del rumen para su crecimiento o pueden ser absorbidos a través de la pared del rumen.

Requerimientos proteicos en los rumiantes:

Las necesidades de proteína en los rumiantes son cubiertas por las proteínas de origen microbiano y dietético (proteína de paso) que llegan al intestino delgado (Orskov, 1982). En la mayoría de los casos. (en ganado de ceba y cria), la proteína de origen microbiano es

suficiente para llenar los requerimientos del animal. Sin embargo, la proteína microbiana es insuficiente para lograr máximos rendimientos en vacas lactantes y terneros en crecimiento (NRC 1985, Orskov 1985).

Cuando la proteína microbiana es inadecuada, la única manera de suplementarla es adicionando proteína de paso (Klopfenstein, 1991).

Requerimientos energéticos de los rumiantes:

Los requerimientos energéticos de los rumiantes son cubiertas principalmente por los ácidos grasos volátiles (acetato, propionato, butirato) que son el producto de la degradación de los diferentes componentes en la dieta en el rumen y por la energía digestible que pasa al duodeno.

Se considera que la energía de los forrajes proviene de dos fuentes: La pared celular (fibra) y los contenidos celulares (Van Soest, 1982). La energía contenida en la pared celular es parcialmente digerible mientras que la proveniente de los contenidos celulares es 100% digerible.

Por lo general las especies forrajeras de zona tropical tienen niveles más altos de fibra (65-75%) y más bajos de proteína (6-8%) que las especies de zonas templadas (Minson, 1980).

El alto contenido de fibra en estos forrajes indica que una gran parte de la energía del forraje está contenida justamente en la fibra.

Para hacer uso de esta energía el rumiante depende de los microorganismos del rumen que la degradan y a su vez, el crecimiento de estos depende del N-NH_3 (Bryant, 1973). Satter y Syster (1974) han sugerido que los niveles óptimos para el crecimiento

microbiano invitro son de 50 mg de NH₃/lt. Por otra parte, Leng (1990) ha sugerido que para maximizar el consumo en dietas altas en fibra y bajas en proteína, el nivel de amonio ruminal debe ser de aproximadamente 200 mg/lt.

Producción de NH₃ y UREA – Relación energía/proteína en el rumen:

En los bovinos, la urea en leche refleja los niveles de urea sanguíneos (Roseler et al, 1992). Los niveles de urea en sangre a su vez dependen del catabolismo de los amino ácidos y de la síntesis de urea a partir de amonio ruminal en el hígado.

En la mayoría de los casos, la producción de amonio ruminal es el factor determinante (90%) en los niveles de urea sanguínea y depende en gran medida de la calidad y cantidad de la proteína de la dieta (Ferguson y Chalupa, 1989) y del balance entre energía y proteína (Hammond, 1994).

Esto sugiere que tanto los niveles de urea sanguíneos como los de urea en leche podrían ser una herramienta para valorar el balance de energía y proteína de la ración.

A continuación se discutirán algunos de los factores a nivel de rumen que determinan los niveles de NH₃ y por lo tanto los niveles de urea sanguínea y urea en leche. El nivel de urea en sangre depende en gran medida de la producción y uso del NH₃ en el rumen que están asociados con la actividad microbiana del mismo.

Por esto es importante entender los factores que determinan la actividad microbiana. La proteína microbiana se sintetiza a partir de la proteína cruda de la dieta. Este proceso incluye: a) la degradación total o parcial de la proteína cruda de la dieta y b) la síntesis de

proteína microbiana a partir de estos productos de degradación (e.g. amino ácidos, péptidos y NH₃). Para este proceso, los microorganismos del rumen requieren energía (Van Soest, 1982).

Por lo tanto, la producción de la proteína microbiana en el rumen esta determinada en gran medida por la disponibilidad de proteína degradable y de energía digerible en el rumen.

Los sistemas de proteína existentes (Burroughs et al., 1974; Verite et al., 1979; ARC, 1980 NRC. 1985) asumen diferentes grados de eficiencia en la producción de proteína microbiana a partir de la materia orgánica digerible de la dieta.

Esta eficiencia de síntesis microbiana oscila entre 12-16 gr de PC bacterial/100gs de TDN. Esta relación implica que hay una cantidad máxima de proteína degradable que se puede usar en el rumen por encima de la cual todo el nitrógeno ingerido será excretado como urea en la orina y leche.

También implica que si la energía de la dieta es baja la síntesis microbiana disminuye y por tanto las pérdidas de N como urea aumentan. En el caso contrario, si no hay suficiente proteína degradable la síntesis bacterial también se deprime. En este último caso la digestibilidad de la fibra se ve afectada negativamente y el consumo voluntario se deprime.

Implicaciones en condiciones tropicales:

En condiciones tropicales, se ha sugerido que una de las principales limitantes nutricionales es un bajo aporte de proteína en los forrajes. Lascano (sin publicar) ha encontrado que la respuesta en producción en leche a la presencia de leguminosas en la pradera es

mayor cuando el nivel de urea en leche es inferior a 9.5 mg/100ml. Por encima de este nivel, el incremento en producción de leche es mucho menor. Esto sugiere que por encima de 9.5 mg/100ml de urea en leche la suplementación nitrogenada (urea, tortas vegetales, leguminosas) tendrá un menor impacto en producción y que por debajo de este nivel las respuestas serán mucho mayores.

También indican que el balance energía proteína no es adecuado en los niveles bajos de urea en leche y que la proteína está limitando el uso de la energía fermentable en el rumen.

Hammond y Chase (1997) sugieren que hay respuesta en ganancias de peso a la suplementación proteica cuando los niveles de nitrógeno ureico en sangre (BUN) son inferiores a 9 mg/100ml y que se encuentra respuesta a suplementación energética cuando los niveles son superiores a 9.6 mg/100ml. En condiciones de campo y con información de laboratorio se puede estimar si hay o no un desbalance entre la energía disponible para la fermentación ruminal y la proteína degradada a nivel ruminal. El análisis de urea sanguínea o urea en leche es un parámetro de fácil determinación en el laboratorio y un buen indicativo como se menciono anteriormente.

Hammond y Chase (1997) han sugerido que si el promedio de nitrógeno ureico en sangre del hato es inferior a 7 mg/100 ml se debe suplementar proteína. Además se puede hacer análisis de la calidad de la dieta como son proteína cruda, fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido y digestibilidad in vitro.

La información mínima requerida para poder balancear una ración sería la siguiente:

1. Energía de la ración – La proporción de proteína degradable requerida en el rumen esta relacionada con la energía fermentable de la dieta. El NRC (1997) asume un rendimiento de proteína microbiana de 13g por cada 100 gr de TDN. Esto implica que si un forraje tiene un TDN de 60 el nivel de proteína degradable de la dieta debería ser de 7.8% ($60 * 13\% = 7.8$). El nivel de TDN de un forraje se puede estimar basado en la digestibilidad in vitro o a el análisis de fibra en detergente ácido (FDA).
2. Proteína del forraje/dieta: El porcentaje de proteína de la dieta es importante para saber si hay desbalance con la energía. Además, es importante saber que porcentaje de la proteína del forraje se degrada en el rumen. En forrajes se asume que cerca del 80% de la proteína se degrada en el rumen con excepción de algunas leguminosas que contienen taninos las cuales esta proporción es mucho menor.
3. El consumo de materia seca: El consumo de materia seca nos determinara la cantidad de energía consumida y por lo tanto la cantidad de proteína degradable requerida. En condiciones de pastoreo es difícil medir o estimar el consumo animal. Trabajos con forrajes tropicales indican que este esta entre 1.5 a 2% del peso vivo del animal cuando no hay restricciones en la oferta forrajera. En el anexo 1 se presenta un ejemplo de cómo se podría estimar el requerimiento de proteína degradable para una vaca doble propósito.

REFERENCIAS

- ARC (Agricultural Research Council). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal Slough.
- Bryant, M.P. 1973. Nutritional requirements of predominant rumen cellulolytic bacteria. In: 12th annual ruminant nutrition conference. Federation Proceedings 32 (7): 1809-1813.
- Burroughs W., A. Trenkle and R. Cordialmente, Vetter, 1974. A system of protein evaluation for cattle and sheep involving metabolizable protein (amino acids) and urea fermentation potential of feedstuffs. Vet. Med. Small. Anim. Clin. 69:713.
- Ferguson, J.D. and W. Chalupa. 1989. Impact of protein nutrition on reproduction of dairy cows. J. Dairy Science. 72:746-766.
- Hammond, A. 1994. Use blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. The Professional Animal Scientist. 10:9-18.
- Hammond, A. Y Cordialmente, Cordialmente, Chase. 1997. Uso de indicadores en la sangre y la leche para determinar el estado nutricional y reproductivo del ganado vacuno. En: Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Edi: Lascano Cordialmente, E. Y F Holmann. CIAT. p 15-25
- Harris, B. 1996. Using milk urea nitrogen and blood urea values as management tools. In: Biotechnology in the feed industry. Proceedings of alltech's 12th Annual Symposium. Nottingham University Press.
- Klopfenstein, T. 1991. Feeding animal protein products. In: Proceedings of alternative feeds for dairy and beef cattle. National Invitational Symposium. St Louis Missouri. Sept 22-24. Texas A&M University.
- Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutr. Res. Rev. 3:277.
- Minson, D.J. 1980. Comparative digestibility of tropical and temperate forage – a contrast between grasses and legumes. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 46:247-249.
- NRC (National Research Council). 1985. Ruminant Nitrogen Usage. National Academic Press. Washington DC.
- NRC (National Research Council). 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academic Press. Washington DC.
- NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academic Press. Washington DC.

Orskov, E.R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. New York Academic Press inc.

Roseler, D.K.; Ferguson; Sniffen; and J., Herrem. 1991. Dietary Protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non protein nitrogen in Holstein cows. J. Dairy Science. 76:525-534.

Ruegg P., Goodger, J., Holmberg, Cordialmente,, Weaver, L. And Huffman. M. 1992 Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in high-producing holstein dairy cows in early lactation. Am J.Vet Res. 53:5-9

Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974 Effects of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32:199.

Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the Ruminant. Corvails Oregon. O&b Books, Inc

Van Vuuren. A.M., S. Tamminga and R.S. Ketelaar, 1991. In sacco degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. J.Agric. Sci. Cambidge. 116:429-436.

Verite R., M. Jourmet and Jarrige. 1979. A new system for protein feeding of ruminants. The PDI system. Livest. Prod. Sci. 6:349

Ejemplo

Balance de energía y proteína a nivel ruminal

Ejemplo: Vaca doble propósito peso 400 kg, consumiendo B. Decumbens con la siguiente composición (PC 7%, TDN 55%).

A) Determinación de requerimiento de proteína degradable de acuerdo a la energía forraje.

$$55\text{TDN} + 13\% = 7.2 \text{ proteína degradable}$$

B) Determinación de deficiencia o exceso de proteína degradable.

Requerimiento	7.2
Aporte (proteína del forraje * % de proteína Que se degrada en el rumen)	

$$7\% * 0.80 = 5.6$$

$$\text{Balance } (5.6 - 7.2) = 1.6\%$$

C) Consumo de materia seca

$$400 \text{ kg} * 2.0\% = 8.0\text{kg}$$

D) Cantidad de proteína degradable adicional requerida

$$8.0\text{kg} * 1.6\% = 0.128\text{kg}$$