

CAPÍTULO XVII

ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA UTILIZACIÓN DE FORRAJES CONSERVADOS

- I. INTRODUCCIÓN
- II. ASPECTOS NUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS
- III. POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS FORRAJES CONSERVADOS
 1. Alternativas para mejorar la utilización de heno
 - a. Suplementación
 - b. Tratamientos químicos
 2. Alternativas para mejorar la utilización de los silajes
- IV. LITERATURA CITADA

Max Ventura Salgado

I. INTRODUCCIÓN

Tanto la producción como la utilización de forrajes conservados es necesaria en los sistemas de producción bovina, ubicados en zonas de bosque seco y muy seco tropical, si deseamos reducir los efectos negativos ocasionados por la falta de crecimiento de los pastizales durante la época seca. Ha sido frecuente observar una reducción en la producción de leche de 40 a 60 %, una disminución en crecimiento de un 100% y un aumento en la duración del intervalo entre partos en el orden de un 20% en esos sistemas cuando no se han preparado bien para la época seca.

Estamos concientes que debemos planificar en función de los componentes o recursos del sistema. Algunos pueden ser manipulados por el hombre, pero otros no. Las condiciones climatológicas varían de acuerdo a la zona agroecológica, sin embargo en nuestras condiciones tropicales, particularmente en las zonas con menor precipitación, no se puede predecir ni la intensidad ni la distribución de las lluvias. Esto nos obliga a trabajar con márgenes de seguridad bastante altos en la planificación.

El plan de alimentación durante la época seca esta basado generalmente en el uso de forrajes conservados y de insumos alimenticios adquiridos en el momento. Como se ha discutido en capítulos previos, por uno de los conferencistas, la producción de forrajes conservados exige la ejecución de una serie de actividades para el logro de las metas establecidas dentro del plan. De igual manera deben existir estrategias para la época seca, que tengan dentro de sus objetivos la optimización en la utilización de los forrajes disponibles.

Datos reportados a lo largo del tiempo y de la geografía tropical nos indican que el uso de los forrajes conservados como único componente de la ración, no garantiza un comportamiento productivo satisfactorio. Esto ha motivado a los investigadores a buscar alternativas para mejorar la utilización de los forrajes conservados y estas alternativas deben estar dirigidas a corregir o modificar los atributos nutricionales que limitan su utilización.

II. ASPECTOS NUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS

Cualquier plan de alimentación, que se diseñe para rumiantes, debe estar dirigido a mejorar la utilización, fundamentalmente, de las dos fracciones principales del forraje: nitrogenadas y fibrosas, que llegan al rumen. Además es necesario considerar el diferencial existente entre el aporte de nutrientes del material fermentado en el rumen y los requerimientos del animal. Es de-

cir, se deben llenar las deficiencias de nutrientes de los microorganismos en el rumen y las deficiencias del animal bovino. Al crear un ambiente favorable en el rumen se logra optimizar la actividad de los microorganismos, lo cual permite maximizar la síntesis de proteína microbiana y la degradación de las fracciones fibrosas del forraje (mayor generación de precursores energéticos); además se logra un mejor consumo de forraje. Los nutrientes que pueden presentar deficiencia con mayor frecuencia a nivel ruminal en animales alimentados con forrajes son: azufre, fósforo, magnesio, amonio y peptidos/aminoácidos [2]. Sin embargo, las bacterias principales (celulolíticas) que trabajan en la fermentación de la fracción fibrosa tienen menores requerimientos de aminoácidos/péptidos que las bacterias amilolíticas que degradan los almidones. Por lo expuesto, esta claro que es importante garantizar un suplemento mineral completo, considerar la suplementación con nitrógeno degradable y ajustar el contenido de azufre de acuerdo a la cantidad de nitrógeno no proteico a utilizar.

Todos los minerales son requeridos por el animal pero el fósforo amerita mayor atención por encontrarse deficiente con bastante frecuencia en muchas áreas del trópico [8]. Niveles de fósforo inorgánico inferiores a 50 – 80 mg/l de líquido ruminal ocasionan una disminución en la actividad microbiana como consecuencia de una menor degradación de la celulosa y hemicelulosa [2].

La cantidad de proteína microbial producida en el rumen depende considerablemente del nivel de amonio (NH_3) en el rumen y del nivel de materia orgánica fermentable existente en el forraje. Este último a su vez es afectado por el primer factor. La NRC (1988) [11] reporta valores que oscilan entre 77 y 220 g de proteína microbiana por Kg de materia orgánica fermentada, mientras que la ARC (1984) [1] reporta un promedio de 200g. La producción microbiana es superior en dietas a base de forrajes, seguida por raciones mixtas (forraje y alimento concentrado) y por ultimo a base de silaje. La baja eficiencia en raciones altas en alimento concentrado ha sido atribuido a una disponibilidad baja de nitrógeno fermentable, alta producción de ácido láctico y bajo pH ruminal.

La concentración del amonio en el rumen puede ser inadecuada cuando hay una baja ingestión de proteína o cuando no hay una degradación suficiente de la proteína en el rumen, reduciéndose la digestión de la materia orgánica y también el consumo (este es el caso común en la época seca). La mayoría de las bacterias pueden funcionar con el amonio como única fuente de nitrógeno, sin embargo la adición o presencia de proteína verdadera puede estimular el crecimiento bacterial, suministrando aminoácidos y ácidos grasos de cadena ramificada. La concentración mínima de N-amoniaco necesaria para el crecimiento bacteriano y digestión adecuada ha sido estimada por varios investigadores. Por un lado se reporta que la digestibilidad se optimiza logran-

do una concentración de N – NH₃ de 100 mg/l de líquido ruminal, mientras que el consumo aumenta con niveles superiores a los 200 mg/l [2]. Por otro lado la NRC [11] reporta que concentraciones de N – NH₃ por encima de 50 mg/l de fluido ruminal no han aumentado la producción de proteína microbiana, pero si se han observado incrementos en la ingestión de la materia orgánica. Hay investigadores que indican que en ovinos se ha encontrado que aumentos en proteína de 5.94% hasta 11.038%, a través de N-fermentable (urea) aumentan la síntesis de proteína microbial [17]. En ganado lechero se reporta que la síntesis de proteína en el rumen aumenta hasta niveles de 12 a 13% de PC en la dieta [16]. Se espera, por lo tanto, que el uso adicional de un suplemento proteico (con N- fermentable) por encima de ese nivel, ocasione un incremento en el N – NH₃ en el rumen, el cual sería perdido. También ha sido establecido, por los mismos autores, que la síntesis de proteína microbial es dependiente de la materia orgánica fermentable (NDT) presente en la dieta hasta ese nivel de PC (12 – 13%).

En el Cuadro 1 se presenta información del efecto de diferentes tipos de suplementación sobre el consumo, concentración de N – NH₃ y desaparición de la materia seca. Se observa que cuando el forraje es de muy baja calidad (2.3%), como fue el caso de *Trachypogon*, el uso de bloques nutricionales tanto con harina de pescado como con semilla de algodón mejoraron el consumo de 40 a 59% y la digestión en 8 a 10%. Indudablemente que la participación del N-fermentable del bloque se evidencia al ocasionar cambios en el N-amoniaco presente en el líquido ruminal. Sin embargo, no se observaron cambios ni en consumo ni en la digestibilidad del heno de pasto estrella con el uso de los bloques nutricionales. El uso del heno de pasto estrella (6.6% PC) permitió una concentración de N-amoniaco de 40.6 mg, la cual fue aumentada a más de 70 mg/l. Bajo condiciones de pastoreo (10.3% PC) no se observó efecto alguno sobre la utilización del forraje; la concentración de N-amoniaco fue alta en el grupo testigo (184mg/l).

Se ha reportado que niveles de proteína inferiores al 7% en gramíneas tropicales afectan negativamente la actividad microbiana en el rumen y al mismo tiempo ejercen un efecto negativo sobre el consumo [9]. Este porcentaje de PC (7.0) considerado como “nivel crítico”, en la mayoría de los casos, debe garantizar una concentración de N – amoniaco de alrededor de 50 mg/l requerido, para evitar una baja en la producción de proteína microbiana. La síntesis de proteína microbiana puede estar afectada también por una alta tasa de dilución del líquido ruminal, por la presencia de lípidos y por la falta de sincronización en la liberación del nitrógeno y de la energía en el rumen [18].

Indudablemente que el desbalance de nutrientes en el rumen es el factor más determinante y causante de la utilización ineficiente de las raciones ali-

CUADRO 1. INFLUENCIA DEL BLOQUE MULTINUTRICIONAL (B) SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA DIGESTIÓN RUMINAL [3]

Tratamientos	Consumo (Kg MS/día)		N amoniacal (mg / l)	Desaparición de MS a 48 h (%)	T ½ (MS, h)
	Bloque o (Gliricidia)	Alimento fibroso			
Mata y Combellas (1991)					
T1: Heno Trachypogon + minerales	—	4.25 ^a	7.4 ^a	35.5 ^a	131
T2: T1 + B con harina de pescado	0.99	5.94 ^b	78.8 ^b	38.4 ^b	131
T3: T1 + B con semilla de algodón	1.19	6.77 ^b	141.7 ^c	38.9 ^b	131
SX		1.077	25.71	0.52	7.7 NS
Mata y Combellas (1992)					
T1: Heno estrella + minerales	—	8.05	40.6	57.6	53.3
T2: T1 + B con harina de pescado	0.64	8.14	78.1	59.4	56.2
T3: T1 + b con semilla de algodón	0.45	8.57	71.2	61.3	56.3
SX		0.439 NS	9.87 NS	0.89 NS	0.89 NS
Torrealba y Combellas (1992)					
T1: Pastoreo guinea y estrella + minerales	—	—	184 ^a	61.2	65.2
T2: T1 + B	0.37	—	255 ^b	59.7	70.0
T3: T1 + Gliricidia	(0.72)	—	196 ^a	61.6	60.9
T4: T2 + T3	0.37(0.72)	—	249 ^b	58.8	64.9
SX			21.9	1.68 NS	3.15 NS

Exponentes distintos en la misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)
Proteína cruda: Trachypogon 2.3%. Estrella 6.6% y Pasto 10.3%

menticias basadas en alimentos fibrosos por los rumiantes en el trópico. Sin embargo, existen varias alternativas que pueden considerarse en la práctica, para mejorar la utilización de forrajes conservados.

1. Uso de suplementos para mejorar el balance de nutrientes en el rumen.
2. Uso de suplementos con nutrientes sobrepasantes. Esta alternativa debe cumplir con el objetivo de la opción antes mencionada, para obtener mejores respuestas.
3. Tratamiento químico y físico del forraje.
4. Uso de aditivos no nutritivos en el suplemento con el fin de modificar el patrón de fermentación en el rumen (reducir pérdidas de energía, por metano y aumentar la producción de propionato).

III. POTENCIAL PRODUCTIVO DE LOS FORRAJES CONSERVADOS

El potencial productivo de un forraje conservado en función del comportamiento del animal, está determinado fundamentalmente por las prácticas agronómicas y zootécnicas utilizadas antes y durante la producción del forraje conservado. Sin embargo en muchos casos se justifica el uso de algunas alternativas adicionales para mejorar la utilización por parte del animal, del forraje conservado.

Indiferentemente de la etapa que consideremos (elaboración o utilización), cualquier alternativa que implementemos debe estar dirigida a mejorar tres variables:

- a. Su composición nutritiva.
- b. Su consumo, y
- c. La eficiencia del proceso de digestión del forraje y de la utilización de los productos finales de dicha digestión.

1. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA UTILIZACIÓN DE HENO

Si revisamos los datos reportados sobre la composición nutritiva de heno elaborados en zonas de bosque seco y muy seco tropical, nos damos cuenta que una gran proporción de ellos tienen grandes limitaciones nutritivas [13] tanto en términos proteicos como energéticos. Los valores proteicos y digestibilidad de la materia orgánica con frecuencia están por debajo del 7 % y 50% respectivamente, por lo que en el mejor de los casos se logra llenar los re-

querimientos nutricionales para mantenimiento, y por lo tanto, en algunos animales se puede mantener el peso; sin embargo, en las vacas lactantes, por razones fisiológicas, el animal produce leche a expensas de las reservas corporales y esto resulta en pérdidas de peso. Producir heno de mejor calidad es factible, pero siempre sacrificando el rendimiento (Ton MS/ Ha/ corte). Datos reportados previamente [20] nos indican que las condiciones climatológicas y el efecto del rendimiento sobre los costos de henificación por Kg de materia seca de heno producido son factores determinantes que explican y justifican la obtención de henos de regular a baja calidad.

En el Cuadro 2 [19] se presentan respuestas de bovinos mestizos alimentados únicamente con heno de pasto Guinea de diferente valor nutritivo. El heno C contenía 5% de PC mientras que el A y el B tenían un valor superior a 8% (11.8 y 9.0%), además, únicamente el A contenía menos de 70% de fibra (FND) y menos de 40% de lignocelulosa (FAD). Los incrementos en peso estuvieron relacionados a estas características. Usando los valores de consumo obtenidos en el ensayo y los rendimientos esperados para obtener cada uno de los henos estudiados se estimó que con el heno de regular calidad (B) se puede aumentar la capacidad de sustentación en 98% (3.51 a 6.38 animales/ Ha/ cosecha) y en un 327% con el heno de mala calidad (C). Lo sorprendente fue el crecimiento posterior (época de lluvias) obtenido a base de pastoreo de pasto Guinea (11- 14% PC y entre 65-68% FND).

Los cálculos indican que el productor puede duplicar la producción de energía (NDT) y obtener casi la misma producción de proteína (PC) cuando produce henos de regular calidad a baja calidad. Sin embargo el productor debe establecer una estrategia en cuanto al uso durante el verano de heno producido; debe además considerar las exigencias nutritivas de las vacas gestantes, vacas lactantes, becerros y toros en servicio de acuerdo al potencial genético y las exigencias nutritivas del resto de los animales, de acuerdo con las metas establecidas (tasa de crecimiento) por clase de animal. Es evidente, por los resultados antes expuestos en el Cuadro 2, que animales en crecimiento con rumen funcionando a plenitud (mautos) pueden manejarse con raciones de mantenimiento o que permitan pérdidas o ganancias pequeñas (± 100 g/día) durante épocas de 3-4 meses y aprovechar el crecimiento compensatorio. En este aspecto, es importante tomar en cuenta fluctuaciones del precio de carne en el mercado; como ejemplo, pudiésemos tener casos de animales machos que llegan a la época seca con pesos de 320 – 350 Kg, y sabiendo que el precio de la carne sube al inicio de las lluvias, por falta de oferta, al productor le conviene someterlos a un régimen alimenticio que les garantice alcanzar el peso de mercado al salir de la época seca. Por supuesto que en la mayoría de los casos se requiere un mínimo de suplementación. En el Cuadro

CUADRO 2. EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON DIFERENTES HENOS DE PASTO GUINEA DURANTE EL VERANO Y LA RESPUESTA EN CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN NOVILLOS EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS [19]

Variable	Heno ¹		
	A	B	C
Verano (84 días)			
Peso inicial, Kg.	220.4	209.7	212.0
Peso inicial, Kg.	263.5	226.0	198.3
Cambio en peso, g/día	+513	+ 194	- 163
Consumo, Kg. MS/día	5.179	4.177	3.365
Consumo, % P.V. ³	2.22	1.92	1.63
Lluvias (189 días) ²			
Peso inicial	263.5	224.6	198.3
Peso final, Kg.	394.5	391.8	370.5
Ganancia, g/día	693	885	911

¹ Promedio de 6 animales

² Promedio de 6 animales para A y C, y 5 animales para B

³ P.V. = peso vivo o en pie.

3 se incluye la composición nutritiva de algunos ingredientes que pueden considerarse para la elaboración de un plan de suplementación en la época seca.

a. Suplementación

Los resultados obtenidos por muchos investigadores en estudios de suplementación de animales con forrajes de baja calidad son explicados por los mecanismos de acción de los diferentes elementos que participan en el proceso de digestión y utilización de nutrientes previamente discutidos.

En el Cuadro 4 se muestra el efecto positivo de una suplementación proteica sobre el consumo de forraje de baja calidad. Se destaca el efecto complementario del uso de las 2 formas de suplementación proteica: N-fermentable y proteína sobrepasante. Con el uso combinado casi se duplicó el consumo, tanto en lactancia como en gestación. Estos resultados insinúan que la incorporación de proteína sobrepasante, además de la urea, en la elaboración de bloques nutricionales, debe ser una estrategia adicional para optimizar el

CUADRO 3. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE ALGUNOS INGREDIENTES ALIMENTICIOS [20] ¹

Ingredientes	MS	PC	NDT	Ca	P
Sorgo, grano	88-89	9.7	80	0.04	0.34
Maíz, grano	88-89	10.7	85	0.03	0.29
Maíz, harina	89-91	13.5	79	0.05	0.50
Trigo, afrechillo	89-91	18.5	71	0.10	1.20
Cacao, cascarilla	89-91	13.5	78	-	-
Cebada, nepe 2	20-25	25-26	68	0.3	0.5
Cítrico, pulpa	89-91	6.7	77	1.84	0.12
Arroz, harinilla	89-91	14.1	70	0.08	1.70
Yuca integral, harina	89-91	3-4	80	0.07	0.1
Melaza	65-70	5.8	72	1.0	0.15
Soya, h. torta	89-91	50-55	84-87	0.3	0.65
Algodón, h. torta	89-91	45-48	75-76	0.2	1.0-1.2
Ajonjolí, h. torta	89-91	49	77	2.0	1.4-1.5
Maní, h. torta	89-91	52	77	0.2	0.6
Coco, h. torta	89-91	22-25	75-80	0.2	0.6
Carne y hueso, h.	89-91	50-54	68-72	11-12	5.5-6.0
Sangre, h.	89-91	87	66	0.3	0.25
Urea	98	281-287	0	0	0
Yacija de pollos	89-91	20-24	52-55	2.4	1.9

1 Los valores de las fracciones nutritivas están dados en base seca.

MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; NDT= Nutrientes digestible totales;
Ca= Calcio; P= Fósforo

2 El nepe húmedo tiene entre 125 a 150 g de MS/litro

efecto de los bloques tanto sobre el proceso de digestión como sobre el consumo. En el Cuadro 5 se observa que tanto la incorporación de la harina de pescado como de la semilla de algodón ocasionaron una mejora en la tasa de crecimiento de novillas y vacas durante la época seca, aunque los consumos del bloque fueron bajos. En la Fig 1 se ilustra el efecto de la incorporación de harina de pescado sobre la eficiencia de utilización del suplemento (ganancia, g/

CUADRO 4. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON PROTEINA SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO EN PASTOS DE BAJA CALIDAD (Leng, 1987, cit. [3])

Fase	Suplementación	Consumo de forraje (g/kg 0.75 /día)	% PV	Incremento en consumo (%)
Crecimiento	Sin	69	1.50	—
	PP	99	2.15	43
Lactancia	Sin	52	1.13	—
	U/S	64	1.39	25
	U/S + PP	94	2.04	96
Secas Preñadas	Sin	47	1.02	—
	U/S	69	1.50	47
	U/S +PP	91	1.98	94

PP = Proteína Protegida U/S = Urea – Azufre

CUADRO 5. INFLUENCIA DE LOS BLOQUES MULTINUTRIENTES (B) EN EL CAMBIO DE PESO DE NOVILLAS Y VACAS DURANTE LA ESTACIÓN SECA [3]

	Consumo de bloque (g MS/día)		Variación de peso (g/día)	
	1990	1991	1990	1991
Pastoreo + minerales	—	—	26 ^c	235 ^c
Pastoreo + B con sorgo	296	163	42 ^c	290 ^b
Pastoreo + B con harina de pescado	301	170	150 ^b	316 ^{a,b}
Pastoreo + B con semilla de algodón	183	175	198 ^a	335 ^a
Sx			3.8*	3.2**

* P<0.05 ** P<0.01

Medias con letras distintas dentro de columnas son significativamente diferentes (P<0.05)

100g suplemento) en animales con diferentes niveles alimenticios. Las respuestas en ganancia de peso, usando alimentos concentrados de alta degradabilidad ruminal, fueron de 20 ± 8 g/ 100g de suplemento. La respuesta a la incorporación de la harina de pescado fue bastante alta en los animales con baja ganancia de peso, disminuyendo a medida que la ganancia de los animales sin harina de pescado aumentó. La inclusión de mayor cantidad de energía en la dieta (más concentrado) permitió una mejor respuesta.

En el Cuadro 6 se presentan valores de proteína no degradable de varios ingredientes alimenticios. Si se exceptúan los ingredientes tratados con altas temperatura y formaldehído, tenemos que la harina de pescado es la mejor alternativa como fuente de proteína sobrepasante, luego tenemos la harina de torta de algodón y la harina de torta de soya. Las leguminosas también presentan valores aceptables.

En el Cuadro 7 se observa que el uso de un suplemento energético (melaza) ayuda a mejorar ligeramente la tasa de preñez en vacas pastoreando praderas nativas en época seca, sin embargo con la suplementación proteica (harina de torta de algodón) el incremento fue superior. Los resultados mostrados en el Cuadro 8 [14], nos indican que la melaza es una alternativa que permite tasas moderadas de crecimiento en época seca, si se combina con

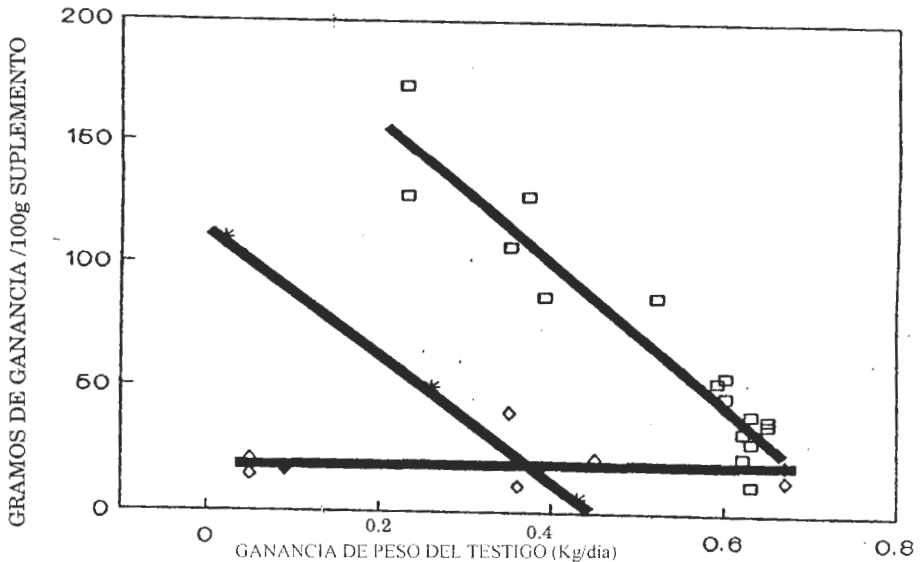


Figura 1. Relación entre las respuestas en ganancias por 100g de suplemento y las ganancias de peso del testigo [3]

CUADRO 6. PORCENTAJE DE PROTEÍNA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN DE GRANOS Y FORRAJES [11]

Alimento	Proteína no degradable (%)
Harina de pescado	60
Torta de soya sin tratar	35
Torta de soya (130°C)	71
Torta de soya (HCHO)	80
Soya grano	26
Maíz grano	52
Torta de algodón	43
Torta de algodón (HCHO)	64
Alfalfa (Heno)	28
Trébol rojo	31
Trébol blanco	33
Pastos	22-40

HCHO = Tratada con formaldehído

CUADRO 7. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE ENERGIA O PROTEINA EN VACAS EN PASTOREO DE PRADERAS NATIVAS EN EPOCA SECA (Hennesey, 1986; cit. [21])

Suplemento	Peso vivo (Kg)	% de preñez
Control	302	10
Energía *	332	20
Proteína **	343	60

* 1.86 Kg (melaza 85%)

** 1.5 Kg de torta de algodón

urea. En este caso se trabajó con animales hembras en crecimiento y usando heno de Pasto Guinea con un valor proteico que osciló entre 6 y 7 %. La mezcla fue ofrecida en lamederos pero restringida a un máximo de 2 Kg/animal/día. Es evidente, en los resultados que el uso de la melaza sola no ejerce ninguna respuesta positiva; por el contrario, reduce el consumo de heno, mantiene la misma tasa de crecimiento y por lo tanto aumenta el costo de la

CUADRO 8. EFECTO DE LA MELAZA-UREA (MU) SOBRE EL CONSUMO, DIGESTIBILIDAD Y GANANCIA DE PESO [14]

Parámetros	SMU	MU 0	MU 2	MU 4	MU 6
Consumo Heno (Kg. % PV)	2.19 ^a	1.29 ^d	1.51 ^{cd}	1.72 ^{cb}	1.84 ^b
Consumo MST (Kg. % PV)	2.19 ^{ba}	2.03 ^b	2.21 ^{ba}	2.39 ^a	2.45 ^a
DIV. MS (%)	55.0 ^a	61.9 ^a	59.6 ^a	56.3 ^a	61.5 ^a
DIV. MO (%)	61.7 ^b	69.4 ^a	67.5 ^{ab}	65.2 ^{ab}	69.5 ^a
DIV. FAD (%)	45.5 ^a	35.5 ^a	36.6 ^a	34.8 ^a	41.1 ^a
Ganancia Peso (gr/día)	16.0 ^b	59.0 ^b	330 ^a	313 ^a	351 ^a
Consumo PC (gr/día)	315 ^a	231 ^b	411 ^c	574 ^d	686 ^e
Consumo NDT (Kg/día)	1.95	2.39	2.94	3.10	3.12

Medias con letras distintas en hileras son significativamente diferentes (P<0.05)

DIV = Digestibilidad *in vivo* a los 105 días.

ración. También se observa que concentraciones superiores al 2% no mejoraron el comportamiento animal.

Las recomendaciones sobre el uso de la melaza-urea se encuentran reportadas en varios textos y han sido discutidas previamente [20].

Algunos veterinarios y productores han mostrado temor al uso de CNNP (urea/yacija de aves) por considerar que reduce la tasa de concepción en el rebaño. Sin embargo, el estudio realizado en Michigan con 85,000 lactancias (casos) durante 5 años [7], demostró que niveles de hasta 219.5 g de urea por animal/ día no afectaron el intervalo entre partos ni la tasa de descarte por infertilidad (Cuadro 9). Indudablemente que es importante seguir las recomendaciones sobre su uso.

B. Tratamientos químicos

El tratamiento químico con diferentes compuestos se ha venido evaluando a lo largo de muchos años, sin embargo en condiciones tropicales parece tener mejor opción la utilización del proceso de amonificación. El propósito es, por supuesto, mejorar la calidad nutritiva rompiendo o debilitando los enlaces entre la lignina y las fracciones fibrosas (celulosa y hemicelulosa) para mejorar la digestibilidad, y además aumentando el valor proteico.

Los compuestos utilizados han sido: amonio anhidro (NH₃ gaseoso), amoniaco en solución (NH₄OH acuoso) y urea.

Los factores que inciden sobre la respuesta a la amonificación, son fundamentalmente los siguientes:

CUADRO 9. RELACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE UREA CON EL INTERVALO ENTRE PARTOS, DESCARTE POR ESTERILIDAD Y PRODUCCIÓN DE LECHE [7]

Consumo de urea (x) g/día	n ¹	Intervalo entre partos (días)	Descarte por esterilidad (%)	Prod. Leche Kg.
0	1442	380.4	2.15	5944
36.1	760	379.4	2.4	5683
79.8	1715	379.9	2.4	5875
90.5	653	380.7	2.4	5900
146.7	219	379.8	2.6	5989
219.5	83	377.8	1.71	5985

¹ Cada observación equivale a un rebaño / año

- a) Nivel de amonio utilizado
- b) Duración del tratamiento
- c) % de humedad
- d) Temperatura y
- e) Especie vegetal (características químicas)

Los resultados presentados en el Cuadro 10 [4] son clara evidencia de la mejora en calidad nutritiva obtenida con el proceso de amonificación. Se observa un incremento tanto en el contenido proteico, como en la digestibilidad de la materia seca y una reducción en el contenido de la fracción ligno-celulosa (FAD) en forrajes de baja calidad. Concentraciones de hasta 3.22g de Nitrógeno/100g de materia seca del forraje son recomendables; el exceso de amonio (>4%) puede resultar en problemas de toxicidad [4]. Se considera que el nivel de 2.3g de N/ 100g de materia garantiza una fermentación ruminal eficiente puesto que se logra alcanzar el nivel de amonio recomendado (20 mg/ 100 ml de líquido ruminal); esto corresponde a usar 5% de urea (base seca).

La duración del tratamiento está relacionada inversamente con la temperatura. Se considera que una semana es suficiente cuando las temperaturas sobrepasan los 30 °C y entre 1 y 4 semanas para condiciones de 15 a 30 °C. El tratamiento puede extenderse por más tiempo sin ocasionar cambios, sin embargo es recomendable mantener el forraje herméticamente cerrado para evitar enmohecimiento. Para lograr mejores resultados se recomienda garantizar una humedad de 30% en el material.

El uso de follaje de leguminosas arbóreas como suplemento en la alimentación de rumiantes ha sido evaluado desde hace mucho tiempo en varios países tropicales. Los resultados en términos de su potencial nutritivo son indicativos de que constituyen una alternativa nutricional [6], sin embargo, toda-

CUADRO 10. VALOR NUTRITIVO DE RASTROJOS DE TRIGO Y ARROZ AMONIFICADOS CON DIFERENTES NIVELES DE UREA O AMONIO (30% HUMEDAD) [4]

Material	Urea ²	Amonio ²	Urea	Amonio	Urea	Amonio
Rastrojo de trigo	6.2 (1)	6.9 (4.1)	60.9 (1)	72.6 (4.1)	66.1 (1)	56.8 (4.1)
	8.9 (3)	10.2 (12.3)	80.3 (3)	76.3 (12.3)	64.7 (3)	54.5 (12.3)
	13.9 (5)	14.7 (20.3)	80.5 (5)	79.3 (20.2)	59.0 (5)	53.6 (20.3)
Rastrojo de arroz	11.9 (3)	13.2 (12.3)	44.3 (3)	55.6 (12.3)	48.7 (5)	49.2 (12.3)
	14.4 (5)	13.5 (20.3)	51.2 (5)	57.6 (20.3)	46.4 (5)	49.9 (12.3)
	18.3 (7)	14.7 (28.7)	51.7 (7)	61.6 (28.7)	46.3 (7)	50.6 (28.7)

¹ Digestibilidad in vivo materia seca

² Valores en paréntesis corresponde a la concentración usada de urea en g/100 o de amonio ml/100 g de materia seca.

vía existe gran escepticismo por parte de muchos productores para incorporarlos comercialmente en sus sistemas de producción de doble propósito. Ese tema en particular es discutido en otro de los Capítulos de este Libro.

2. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA UTILIZACIÓN DE LOS SILAJES

Para la obtención de un buen silaje se requiere hacer una serie de consideraciones, pues son muchos los factores que inciden sobre su calidad [19]. Brevemente podemos mencionar que es importante tomar en cuenta la selección de la especie, el uso de aditivos durante la elaboración las prácticas necesarias para obtener las condiciones anaerobias requeridas para una buena fermentación (tamaño de partículas, compactación, protección, etc) y el uso de la suplementación apropiada en el momento del suministro al animal para corregir cualquier desbalance nutricional existente.

Los resultados obtenidos con silajes de gramíneas tropicales perennes indican que existen limitaciones para producir un silaje de buena calidad. Sin duda alguna que los componentes orgánicos del forraje no permiten el logro de una buena fermentación. El uso de aditivos ha sido evaluado con resultados variables. Por otro lado, se plantea como una alternativa viable el uso de gramíneas anuales, tales como el maíz y el sorgo forrajero, que con una suplementación estratégica han dado respuestas biológicas muy buenas.

A continuación se discuten algunos trabajos realizados en la zona noroccidental de Venezuela (bosque seco tropical), que son producto de la búsqueda por encontrar una forma de reducir el efecto negativo de la época seca sobre la productividad de las fincas.

Una de las pruebas intentó mejorar la calidad del silaje de pasto Guinea (*Panicum maximum*) utilizando diferentes niveles de melaza durante el proceso del ensilado (0, 2 y 4%). La respuesta animal no fue la esperada. Se observa en el Cuadro 11 que aunque hubo un incremento en la tasa de crecimiento, no fue lo suficiente como para compensar los costos adicionales. Aunque las características fermentativas del silaje no eran las recomendadas en cuanto a pH (>5.0), ácido láctico (<0.6% base fresca) y ácido acético (>0.2%), el nivel de proteína estuvo en el orden de 11%; el consumo bastante aceptable permitió una ingestión superior a 472 g. de proteína suficiente para esperar mayores incrementos en peso [19]. Se consideró que pudo producirse un desbalance entre proteína y energía, por lo que posteriormente se ejecutó otro ensayo suministrando la melaza en el momento de ofrecer el silaje a los animales. En este caso, la suplementación de 1 Kg. de melaza/ animal/ día causó una depresión en el consumo (Cuadro 12) pero no se detectaron diferencias en cambios de peso [19]. En este caso se trabajó con un silaje de 8.5% de proteína y es posible que la disponibilidad de nitrógeno a nivel ruminal no haya sido la adecuada, como consecuencia del efecto del proceso de fermentación, durante el ensilado, sobre la degradación o solubilidad de la proteína original.

CUADRO 11. EFECTO DE LA ADICIÓN DE MELAZA EN LA ELABORACIÓN DE SILAJE DE PASTO GUINEA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE NOVILLAS MESTIZAS DE BRAHMAN Y DE PARDO SUIZO [19]

Variable	Ensilaje		
	0%	2%	4%
Peso inicial: (Kg)	230.9	229.2	226.1
Peso final: (Kg)	231.5	237.0	231.8
Cambio en peso g/anim/día	+ 6.5 ^a	+ 87.0 ^b	+ 63.9 ^{ab}
Consumo MS Kg/anim/día	4.34	5.95	5.39
Consumo MS, % peso corporal	1.88 ^a	2.54 ^b	2.37 ^b
Consumo PC g/anim/día	472 ^a	689 ^b	628 ^b
Proteína en MS consumida, %	10.88	11.58	11.84

^{ab}Medias en la misma línea con diferentes letras difieren significativamente (P<0.01).

Período experimental: 90 días.

En un estudio realizado con vacas lactantes "Mosaico Perijanero", los resultados también indicaron que la calidad del silaje de pasto Guinea tiene serias limitaciones nutricionales [19]. En este caso se trabajó con un silaje de 11.0% PC y las vacas fueron suplementadas con 2 niveles de melaza (1.5 y 3.0Kg/ animal/ día) con o sin harina de Torta de ajonjolí (0 y 750 g). Nuevamente la respuesta de los animales es evidencia de que existen problemas en la utilización del silaje; los cambios en peso (perdidas) y las producciones obtenidas (Cuadro 13) demuestran que los animales tuvieron que recurrir a las reservas corporales y que la suplementación proteica incidió sobre el comportamiento animal [19].

Las experiencias obtenidas con gramíneas anuales son muy diferentes. La incorporación de un suplemento proteico mejora notablemente la utilización del silaje de maíz. En el Cuadro 14 se muestra que con el silaje sin suplementación la ganancia en peso osciló entre 0.130 a 0.232 Kg/animal/día, siendo mejor cuando el animal consumió el equivalente a 84.5% del valor ad libitum (100%). Las restricciones reales fueron 96.9% y 84.5% del consumo de silaje ofrecido a voluntad. Lo impresionante es la respuesta obtenida en la eficiencia de conversión alimenticia aún con el suplemento de 12% PC, sin embargo el suplemento de 24% PC permitió una mejor ganancia de peso. La concentración de PC por encima del 24% no tuvo efecto adicional en ninguna de las variables medidas.

En otra experiencia con silaje de sorgo Yucatan (*Sorghum bicolor*) también se observaron respuestas interesantes (Cuadro 15). Los resultados permiten recomendar la incorporación de niveles altos de Yacija de pollo en el

CUADRO 12. EFECTO DE LA MELAZA COMO SUPLEMENTO ÚNICO EN LA UTILIZACIÓN DEL SILAJE DE PASTO GUINEA POR NOVILLAS, MESTIZAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO [19]

Variable	SOLO	+ 1 Kg Melaza
Peso inicial, Kg	217.8	233.1
Peso final, Kg	224.0	238.8
Cambio en peso, g/ animal/ día	97 ^a	43 ^a
Consumo MS Kg/ animal/ día	4.76	4.01
Consumo MS % peso corporal	2.16 ^a	1.72 ^b
Consumo PC, g/ día/100Kg.	191.8 ^a	155.0 ^b

Período experimental: 64 días

^{ab} Medias en la misma línea con distinta letra difieren significativamente (P<0.01)

CUADRO 13. EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA Y PROTEICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y PESO DE VACAS ALIMENTADAS CON SILAJE DE PASTO GUINEA [19]

Tratamiento	LECHE, Kg/ ANIM/ DIA	
	Per. I.	Per. II ¹
E ₁ P ₀	4.825	4.142 (4.361)
E ₁ P ₁	5.292	5.845 (5.728)
E ₂ P ₀	5.759	4.662 (4.477)
E ₂ P ₁	5.204	4.829 (4.884)
	PESO, Kg	
	Per. I.	Per. II ^{1,2}
E ₁ P ₀	384.5	345.3 (357.5) ^a
E ₁ P ₁	360.3	342.0 (378.3) ^b
E ₂ P ₀	424.8	377.8 (350.0) ^a
E ₂ P ₁	417.8	392.5 (371.7) ^b

¹ Los valores en paréntesis son ajustados por la producción y peso previo.

² Los pesos corresponden a 38 días después del período I.

CUADRO 14. RESTRICCIÓN Y USO DE SUPLEMENTO CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA EN BOVINOS ALIMENTADOS CON SILAJE DE MAÍZ

Nivel Suministro	% PC ¹	% PC ² en	PC, g	GDP ³	EC
Silaje	Suplemento	ración	consumo	Kg/día	Kg/Kg
100%	T	8.45	388	0.130	35.31
	12	9.38	607	0.938	6.90
	24	12.75	922	1.002	7.22
	36	15.92	1167	1.146	6.40
90%	T	8.45	376	0.141	31.56
	12	9.45	585	0.798	7.76
	24	13.10	934	1.070	6.66
	36	16.52	1135	1.095	6.27
80%	T	8.45	328	0.232	16.72
	12	9.55	556	0.771	7.55
	24	13.46	700	1.052	4.95
	36	17.20	920	1.097	4.88

1 El suplemento fue ofrecido a un nivel de 0.75% del peso vivo.

Ventura y Hernández (Datos no publicados)

2 El % de PC en la ración está calculada en base al % de PC del silaje y del suplemento proteico consumido

3 GDP = ganancia diaria de peso

CUADRO 15. USO DE LA YACIJA DE AVES EN EL SUPLEMENTO OFRECIDO A NOVILLOS ALIMENTADOS A BASE DE SILAJE DE SORGO YUCATAN [12]

Variable	1	2	3	4
Peso inicial, Kg	262.6	286.3	318.3	227.4
Peso final, Kg	385.9	395.3	412.4	334.1
Ganancia, g/día	1.095	0.972	0.851	0.952
Consumo, Kg MS/ 100Kg PV	—	—	—	—
Silaje	1.022	1.323	1.284	1.006
Suplemento	1.481	1.231	1.075	1.600
Total	2.503	2.554	2.359	2.606
Efic. Conv. Alim.	8.531	9.902	11.249	8.456

¹Tratamientos: 1= 60-40, (2%); 2= 60-40, (1.5%); 3= 80-20, (1.5%)

4= 80-20, (2%) Yacija – Afrecho de Trigo (oferta en base al peso vivo).

ciencia de conversión alimenticia aún con el suplemento de 12% PC, sin embargo el suplemento de 24% PC permitió una mejor ganancia de peso. La concentración de PC por encima del 24% no tuvo efecto adicional en ninguna de las variables medidas.

En otra experiencia con silaje de sorgo Yucatan (*Sorghum bicolor*) también se observaron respuestas interesantes (Cuadro 15). Los resultados permiten recomendar la incorporación de niveles altos de Yacija de pollo en el suplemento (80%), puesto que se logran ganancias de peso y eficiencias de conversión alimenticias bastante buenas [12].

IV. LITERATURA CITADA

- [1] Agricultural Research Council (ARC). The nutrient requirement of Farm. Livestock N^o2 Ruminants. London. 55. 1984
- [2] Chicco, C.; Godoy de León, S. Aspectos nutricionales en la alimentación de Bovinos a pastoreo. Mem. VII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad de Oriente, Colegio Venezolano de Zootecnistas. Maturin, Octubre, 1992.
- [3] Combellas, J.; Mata, D. Suplementación estratégica en Bovinos de doble propósito. En "Avance en la producción de leche y carne en el trópico americano". Editor Saul Fernandez-Baca. FAO. Oficina Regional para América Latina y El Caribe. Santiago-Chile. Cap. 111: 99-130. 1992.

- [7] Huber, J. T. Nonprotein nitrogen in Dairy Cattle Rations. En: "Large Dairy Herd Management". A University of Florida Book. University Press Florida, Gainesville, FL.1978.
- [8] McDowell, L. R. Contribution of tropical forages and soil toward meeting mineral requirements of grazing ruminants. En: "Nutrition of grazing ruminants in warm climates". Academic Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. 1985.
- [9] Mildford, R.; Minson, D.J. Intake of Tropical Pasture species. Proc. 9th Intern. Grassld. Congress. Sao Paulo, Brazil (1965) p. 815. 1966.
- [10] Muñoz, E.; Michelena, J. B. Utilización de ensilados de pastos o forrajes para la producción de leche a base de pastos tropicales. EDICA. Cuba. 1988.
- [11] National Research Council.(NCR). Washington, USA, NAS. 1988.
- [12] Osechas, D. Engorde de Novillos en confinamiento con ensilaje de sorgo y suplemento proteico a base de yacija de aves y afrecho de trigo. Tesis Magister, Fac. de Agronomía, Universidad del Zulia-Venezuela. 1986.
- [13] Osuna, D. Evaluación bromatológica de henos elaborados en la zona "El Laberinto". Prob. Especial. DEPG, Facultad. de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela. 1988.
- [14] Pinto-Hernandez, I.; Ventura, M.; Casanova, A.; Del Villar, A.; Urdaneta, M. Efecto de la melaza-urea sobre la utilización de henos en bovinos en crecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 11: 273-282. 1994.
- [15] Preston, T.R. ; R. Leng. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición del rumiante en el trópico. 2^{da} edición. CONDRIT, Cali Colombia. 312 pp. 1989.
- [16] Satter, L.D.; Roffler, R. E. Nitrogen requirements and utilization in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 58: 1219-1337. 1975.
- [17] Shirley, R.L. Nitrogen and energy Nutrition of ruminants. Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, N.Y. p 31. 1986.
- [18] Van Soest, P.J. Digestion and metabolism in the ruminant. I. W. McDonald and A.C.I. Warner, eds. University of Armidale, Publishing unit, Armidale, Australia. p351, 1975.
- [19] Ventura, M. La conservación de forrajes en el trópico. En: "Técnicas Modernas de Producción Animal en el Trópico" Ed. Catie, Costa Rica. EXPICA 80. Tegucigalpa. Honduras p. 118. 1980.
- [20] Ventura, M.; Osuna, D. Alternativas nutricionales para ganado bovino durante la época seca. En "Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito". Madrid-Bury N. y Soto Belloso E.(Ed.). Editorial Astro Data, S.A. Cap. XV: 263-288. 1995.
- [21] Wilcox, Ch. Large Dairy Herd Management. A University of Florida Book. University Presses of Florida, Gainesville Fl. 1978.