

ZAMORANO

Escuela Agrícola Panamericana
Departamento de Zootecnia

EFECTO DE LA ADICION AL CONCENTRADO DE BICARBONATO DE SODIO O DEL GRANO TRATADO CON HIDROXIDO DE SODIO, SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE VACAS LECHERAS

Tesis presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
grado académico de Licenciatura

por:

Rivaldo de Jesús López Zepeda

ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre - 1997

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva los derechos de autor.



Rivaldo de Jesús López Zepeda

Honduras, 6 de Diciembre de 1997

DEDICATORIA

Primeramente a Dios todo poderoso por haberme iluminado y dado toda la fuerza de voluntad posible para terminar este trabajo.

A mis padres Rivaldo y Mariaelena ejemplos de profesionalismo y éxito dignos de imitar, por todo el apoyo que me dieron desde el primer día en esta escuela.

A mi lindísima y queridísima abuelita Bertha, por todo el amor que me ha dado desde que llegue a este mundo y a quién dedico especialmente este trabajo.

A mi abuelito Julio Zepeda (Q.D.D.G.) ,quién me enseñó enfrentar el destino y a quién recuerdo eternamente.

A mis hermanos, tíos, primos, con quienes poco he compartido, pero me han apoyado en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Miguel Vélez, Ph.D., consejero principal, por todos los consejos y ayuda incondicional que hicieron posible la culminación de este trabajo.

A doña Gladys de Flores y don J. Hincapié, asesores por toda la colaboración, consejos y especialmente por la amistad que nació para siempre, gracias.

A mi compañero de cuarto Juan Pagan, por toda su colaboración que también hizo posible la realización de esta obra.

A mi compañero de trabajo durante todo el año Marcelo Mosquera, por todo el sudor que dejamos en el campo, a David Fernández, Gustavo Larrea, Holmes Macías, Leandro Apolo, Cesar Alfaro, Oscar García, Ramon Rodas, Enid Cuellar, Julia Prado, Francisca Palacios, Alvaro López, Sandra Panting por los momentos que pasamos juntos e hicieron mi estadía lo más agradable en la EAP.

A Ivan Borja por el tiempo que invirtió para hacer posible este trabajo.

Al Ing. Mario Montalvan, Ing. Juana Raudales, Amado Benavides, Alcides Pereira, Armando Trujillo, Carlos Erazo, Tony Mairena, "Nayo" Martínez y Santos Carranza por toda la colaboración incondicional durante este trabajo.

A Juanita, Albíta y Marta por toda la amistad y atención regalada.

Y a todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron para la realización de esta trabajo, mil gracias.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A mis padres Rivaldo y Maríaelena, por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante estos cuatro años.

A mi abuelita Bertha, por todas las ayudas y consejos recibidos en lo que llevo de mí vida.

A mi Karen, por todos los consejos y regaños oportunos que me hicieron ver de otra manera la vida, gracias chinita linda.

INDICE GENERAL

	Página
PORTADILLA	i
DERECHOS DE AUTOR	ii
PAGINA DE FIRMAS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
AGRADECIMIENTO ESPECIAL.....	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y METODOS	3
RESULTADOS Y DISCUSION	5
CONCLUSIONES	7
RECOMENDACIONES	8
BIBLIOGRAFIA	9
ANEXOS	11

INDICE DE CUADROS

	Página
1.- Diagrama de rotación y asignación de los tratamientos en los periodos experimentales _____	3
2.- Composición y formulación química del concentrado _____	4
3.- Producción diaria de leche y porcentaje de grasa y proteína por tratamiento _____	5
4.- Resultados del análisis de sangre por tratamiento _____	6
5.- Presupuesto parcial de los costos de alimentación por vaca por día _____	6

INDICE DE ANEXOS

Página

Cuadro 1.- Resultados de producción de leche, % de grasa y proteína por período y tratamiento _____	11
Cuadro 2.- Resultados del análisis de sangre por período y tratamiento _____	12

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición al concentrado de Bicarbonato de Sodio o Hidróxido de Sodio, sobre la producción y composición de la leche y el perfil metabólico, así como la rentabilidad de su uso. Se usaron 6 vacas de la raza Holstein con dos a tres meses de lactancia. Las vacas pastorearon potreros de Guinea (Panicum maximum Jacq) y recibieron concentrado según su nivel de producción a razón de 1 kg por cada 2 de leche producida. Los tratamientos fueron: T1 (concentrado con 2% de NaHCO_3), T2 (concentrado con el sorgo tratado previamente con 3.33 % de NaOH) y T3 (concentrado normal). Se utilizó un diseño de cuadrado latino 3*3. No se encontraron diferencias en cuanto a la producción de leche: 23.34, 25.11, 24.89 kg a 4% de grasa para T1, T2 y T3 respectivamente. Los porcentajes de grasa y proteína fueron 3.29, 2.66; 3.67, 2.54 y 3.72, 2.63 para T1, T2, y T3 respectivamente. Los niveles en el suero sanguíneo de glucosa, bilirrubina y Aspartato Amino Transaminasa (AST) no indicaron acidosis ruminal. Asumiendo una producción del forraje de 7 y 8 kg de leche la producción por kg de suplemento fue de 1.38, 1.31; 1.27, 1.21 y 1.39, 1.32 para T1, T2, y T3 respectivamente y el margen sobre los costos de suplementación fue 22.3, 18.6 ; 12.7, 9 y 23.4, 19.7 Lps. para T1, T2 y T3 respectivamente.

INTRODUCCIÓN

Generalmente, las vacas en lactación temprana necesitan de concentrado o grano para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Dosis altas de éstos causan una disminución en el consumo de forraje y en la rumia, así como acidosis ruminal; esto produce una disminución en la digestibilidad de la fibra y con ello la producción grasa y de leche (Blood y Radositis, 1992; Booth y McDonald, 1988).

Los buffers son una combinación de ácidos y bases débiles que en solución son resistentes a cambios en el pH; su adición a la dieta ayuda a controlar el pH del rumen. Entre los más usados están el bicarbonato de sodio, el hidróxido de sodio, el sesquicarbonato de sodio, la bentonita sódica y el óxido de magnesio (Hutjens, 1996). Sin embargo, un exceso de buffer o cuando no se mezclan adecuadamente reducen el consumo de alimento.

Orskov (1978; citado por Maynet et al., 1996) sugirió el tratamiento del grano entero con NaOH para reducir la velocidad de su digestión en el rumen y permitir un alto consumo de forraje. Moran (1986) y O'Mara et al., 1992 (citados por Maynet et al., 1996), entre otros encontraron que al tratar el grano con NaOH aumenta la producción de leche así como el consumo de forraje, sin afectar el contenido de grasa y proteína de la leche. Por otra parte, Kung et al. (1983; citado por Maynet et al., 1996) no encontraron efecto sobre la producción al usar este tipo de grano.

La adición de NaHCO_3 al grano se asocia con un aumento del pH y de la relación acetato-propionato en el rumen y un aumento de la digestibilidad de fibra y de la materia seca (Rogers et al. 1982; citado por Canale et al., 1988). El NaHCO_3 no afecta el status ácido-base del rumen gracias a la excreción del exceso de bases por vía renal (Tucker et al., 1993). Los resultados de la suplementación con NaHCO_3 son variables; así Downer y Cumming (1987) encontraron un aumento en la producción de leche y el contenido de grasa, pero no Canale et al. (1988) y De Peters (1984) no encontró efecto sobre el contenido de proteína.

El nivel de glucosa en la sangre es un excelente indicador del suministro de energía ya que varía en proporción directa a su aporte en la dieta. En el vacuno los niveles normales de glucosa oscilan entre 38 y 60 mg/dl (Kelly, 1976). Niveles altos de bilirrubina indican alteraciones hepáticas y acetonemias clínicas y subclínicas; su rango normal varía entre 0-0.5 mg/dl (Kelly, 1976). Niveles elevados de bilirrubina combinados con niveles de glucosa en el rango fisiológico son un indicio de acidosis ruminal (Dehning, 1988).

La enzima aspartato amino transaminasa (AST) interviene en el metabolismo de las proteínas. Valores elevados de AST, se encuentran en vacas que han recibido exceso de

energía y proteína; este último provoca daño hepático por la intensa liberación de amoníaco en el rumen (Dehning, 1988). El rango óptimo de AST en bovinos varía entre 38-60 U/L (Kelly, 1976).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de NaHCO_3 y del tratamiento del grano con NaOH sobre la producción y composición de la leche y algunos parámetros sanguíneos y realizar un análisis económico del efecto de la adición de estos buffers.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana a 800 m.s.n.m. Se utilizaron 6 vacas Holstein con dos a tres meses de lactancia y un peso promedio de 467 kg. Se usó un cuadrado latino 3*3, en el cual los animales rotaron por los tres tratamientos durante tres periodos consecutivos de 7 días c/u. Las vacas fueron distribuidas en tres grupos de dos vacas c/u, los cuales se homogeneizaron de acuerdo al número de partos, días posparto y producción. La distribución se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Diagrama de rotación y asignación de los tratamientos en los periodos experimentales.

Período	Distribución de las vacas en los tratamientos					
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
I	1	2	3	4	5	6
II	3	1	2	5	6	4
III	2	3	1	6	4	5

Las vacas pastorearon potreros de Guínea (*Panicum maximum* Jacq) en rotación con 12 h de ocupación junto con las demas vacas del hato y 20 días de descanso , y recibieron concentrado según su nivel de producción (1 kg por cada 2 kg de leche) fraccionado en los dos ordeños. Su composición se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Composición y formulación química del concentrado.

Ingredientes	%
Sorgo	42.67
Semolina	30.00
Harina de Maní	14.70
Melaza	10.00
CaCO ₃	1.38
Sal	0.50
Urea	0.50
Vitamelk	0.25
MS	93.74
PC	16.00
EE	5.43
Energía digerible, Mcal/kg	3.36

Los tratamientos fueron :

Tratamiento 1 : concentrado con 2% de NaHCO₃.

Tratamiento 2 : concentrado, con el sorgo tratado previamente con 3.3% de NaOH.

Tratamiento 3 : concentrado normal.

La producción de leche se midió semanalmente durante los dos ordeños, con medidores Mark IV de Alfa Laval, y se tomaron muestras de leche para determinar su contenido de grasa y proteína utilizando el método de Babcock y el de Kjeldahl respectivamente (Revilla, 1969). Para comparar la producción la leche se corrigió al 4 % de grasa mediante la fórmula (Gravert, 1987):

$$LC4\% = 0.4 * \text{kg de leche} + 15 * \text{kg grasa.}$$

Las muestras de sangre también se tomaron semanalmente después del ordeño y se centrifugaron para separar el suero sanguíneo y fueron analizadas en el Hospital Militar de Tegucigalpa, utilizando la prueba ELISA con un Tephnicon RA - 1000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRODUCCIÓN DE LECHE Y GRASA

La producción de LC4% y el contenido de grasa y proteína se indican en el Cuadro 3. No hubieron diferencias en la producción de leche entre los tratamientos. Esto se contradice con los resultados de Downer et al. (1987) y de Maynet et al. (1996) quienes encontraron aumentos en la producción de leche al suplementar con NaHCO_3 o tratar el grano con NaOH , respectivamente; pero coinciden con los de O'Mara (1992) quien no encontró efectos sobre la producción con el tratamiento del grano con NaOH .

Tampoco hubieron diferencias ($P < 0.05$) en el contenido de grasa, que fue de 3.29, 3.67 y 3.72 % para los concentrados con NaHCO_3 , NaOH y normal, respectivamente. Estos resultados tampoco concuerdan con los de Downer et al. (1987) quienes encontraron un aumento en el contenido de grasa al suplementar con NaHCO_3 . Por otra parte, Maynet et al. (1996) y O'Mara (1992) tampoco encontraron efecto sobre el contenido de grasa al tratar el grano con NaOH .

PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA

El contenido de proteína fue menor en el concentrado con el grano tratado con NaOH que en los otros dos tratamientos, en los que fue casi similar. En términos generales estos resultados concuerdan con los de De Peters (1984), Maynet (1996) y O'Mara (1992) quienes no encontraron cambios en el contenido de proteína con dietas suplementadas con NaHCO_3 , o con grano tratado con NaOH .

Cuadro 3.- Producción diaria de leche y % de grasa y proteína por tratamiento.

Tratamiento	LC4% Kg	Grasa %	Proteína %
NaHCO_3	23.34 ^{a*}	3.29 ^{b*}	2.66 ^a
NaOH	25.11 ^a	3.67 ^a	2.54 ^a
Normal	24.89 ^a	3.72 ^a	2.63 ^a

*Letras iguales dentro de cada columna indican que no hay diferencia significativa ($P > 0.05$)

PERFIL METABÓLICO

No se encontraron diferencias entre los tratamientos en los niveles de bilirrubina y aspartato amino transaminasa (AST) en la sangre, en cambio sí hubieron diferencias en el contenido de glucosa, siendo menor ($P < 0.05$) en el concentrado normal, seguido por el NaHCO_3 y por último el tratamiento con NaOH donde fue mayor (Cuadro 4).

Tanto los valores de glucosa como los de AST se encuentran fuera del rango normal y sugieren una acidosis, sin embargo la alta variabilidad impide una valoración categórica de los resultados, en el caso de la bilirrubina todos los valores se encuentran en el rango normal.

Cuadro 4.- Resultados del análisis de sangre por tratamiento.

	NaHCO_3	NaOH	Normal	Niveles normales
Glucosa mg/dl	29.66 ^a	32.50 ^a	25.83 ^b	38-60
Bilirrubina mg/dl	0.23 ^a	0.21 ^a	0.18 ^a	0-0.5
AST u/l	78.17 ^a	70.83 ^a	91.83 ^a	38-60

*Letras diferentes en cada fila indican que hay diferencia significativa ($P < 0.05$)

COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE TRATAMIENTOS

Se hizo un análisis parcial de rentabilidad, considerando únicamente el costo del concentrado y el valor de la leche (Cuadro 5). Para ello se estimó la producción de leche debida al concentrado, asumiendo que la producción debida al pasto fue entre 7 y 8 kg, lo que es la regla en el trópico (Santillán, 1993).

Asumiendo una producción de forraje de 7 y 8 kg de leche la producción por kg de suplemento fue de 1.38, 1.31 ; 1.27, 1.21 y 1.39, 1.32 mientras que el margen sobre los costos de alimentación fue 22.3, 18.6 ; 12.7, 9 y 23.4, 19.7 Lps. para los tratamientos con NaHCO_3 , NaOH y el concentrado normal respectivamente .

Cuadro 5.- Presupuesto parcial de los costos de alimentación por vaca por día.

Concepto	NaHCO_3		NaOH		Normal	
	kg/día	Lp.	Kg/día	Lp.	Kg/día	Lp.
Costo						
Concentrado	13.76	48.4	15.19	59.08	13.63	46.75
Valor leche* (7 kg)	19.11	70.7	19.4	71.78	18.96	70.16
(8 kg)	18.11	67.00	18.4	68.08	17.96	66.45
Utilidad (7 kg)		22.3		12.7		23.4
(8 kg)		18.6		9		19.7
kg leche / kg concentrado						
(7 kg)		1.38		1.27		1.39
(8 kg)		1.31		1.21		1.32

* Leche real sin ajustar.

CONCLUSIONES

No hubieron diferencias entre tratamientos en la producción de leche.

El contenido de grasa fue mayor con el concentrado normal y disminuyó con el uso del NaHCO_3 , mientras que el contenido de proteína fue mayor en el concentrado con NaHCO_3 y menor en el tratamiento con NaOH .

Los valores del perfil metabólico no indicaron acidosis, sin embargo tanto los valores de glucosa como AST se encuentran por fuera del rango normal mientras que la bilirrubina se encuentran en el rango normal.

El análisis económico realizado mostró utilidades muy parecidas en los tratamientos normal y suplementado con NaHCO_3 y bajas en el tratamiento de NaOH .

No se recomienda adicionar buffers a la dieta en las condiciones de Zamorano.

RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios por un periodo más largo de tiempo para observar posibles efectos sobre el comportamiento reproductivo y otros problemas de salud.
- Evaluar dosis más elevadas de suplemento y otros tipos de buffers.

BIBLIOGRAFÍA

- BLOOD, D.C.; RADOSTITIS, O.M. 1992. Medicina veterinaria. Trad. por Isabel Begara. 7ed. Madrid, Esp. Interamericana McGraw-Hill. V.2, p. 1519-1525.
- BOOTH, N.H.; McDONALD, L.E. 1988. Farmacología y terapéutica veterinaria. Zaragoza, Esp. Acribia, S.A. V.1, p. 701-702.
- CANALE, C.J.; STOKES, M.R. 1988. Sodium bicarbonate for early lactation cows fed corn silage or hay crop silage-based diets. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 71:373-380.
- DEHNING, R. 1988. Diagnóstico y mejoramiento de la fertilidad del hato. Universidad De La Salle (Col.). Series Monográficas no.2. 55 p.
- DEPETERS, E.J.; FREEDEN, A.H.; BATH, D.L.; SMITH, N.E. 1984. Effect of sodium bicarbonate addition to alfalfa hay-based diets on digestibility of dietary functions and rumen characteristics. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 67:2344.
- DOWNER, J.W.; CUMMINGS, K.R. 1987. Bicarbonate of sodium: a ten year review of lactation studies. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 70 (Supl.1):152.
- GRAVERT, H.O. 1987. Dairy cattle production. Amsterdam, Elsevier. 280p.
- HUTJENS, M. 1996. The use of buffers in dairy diets. *Hoard's Dairyman (EE.UU.)* : 720.
- KELLY, W.R. 1976. Diagnóstico clínico veterinario. Compañía Editorial Continental, S.A. Trad. por Manuel Barberan Roda. 2ed. Barcelona, Esp. 444 p.
- MAYNET, C.S.; DOHERTY, J.G. 1996. The effect of fine grinding or sodium hydroxide treatment of wheat, offered as part of a concentrate supplement, on the performance of lactating dairy cows. *Animal Science (Ing.)* 63: 11-19.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3ed. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano Hond. 396 p.
- SAS. 1991/SAS Institute user's guide: statistic. Version 5 SAS Institute Inc., Cary, NC., U.S.

SANTILLAN, R. 1993. Manual de pastos y forrajes. Escuela Agrícola Panamericana. 136 p.

TUCKER, W.B.; HOGUE, J.F.; ASLAM, M.; LEMA, M. 1993. Influence of infusion dose on systemic acid-base status, minerals and ruminal milieu. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 76 : 2222-2234.

ANEXOS

1.-Resultados de producción de leche, % de grasa y proteína por período y tratamiento.

VACA	Período	Tratamiento	Grasa %	Producción.lbs	Proteína %
37693	1	A	3.2	52	2.58
			3.2		
38192			3.2	45.75	2.92
			3.2		
38092		B	3.6	47.5	2.37
			2.7		
35093			3.8	60	2.43
			3.8		
36592		C	2.9	65.7	2.41
			2.9		
77992			4.6	71	2.65
			4.6		
36592	2	A	3.1	58.5	2.55
			3.2		
35093			3.3	59.5	2.63
			3		
37693		B	3.6	53	2.67
			3.8		
77992			5.5	75	2.58
			5.4		
38092		C	3.6	51.5	2.78
			3.7		
38192			4.3	52.5	2.96
			5		
38092	3	A	3.6	54	2.72
			3.5		
77992			3.7	75	2.59
			3.3		
36592		B	2.4	56	2.39
			3.5		
38192			3	57	2.82
			3		
37693		C	3.6	54	2.7
			3.1		
35093			3.2	48	2.31
			3.2		

2.- Resultados del análisis de sangre.

VACA	Período	Tratamiento	Glucosa mg/dl	AST U/L	Bilirubina mg/dl
37693	1	A	25	90	0.4
38192			34	106	0.12
35093		B	30	71	0.1
38092			16	62	0.3
36592		C	13	73	0.1
77992	2		18	69	0.1
35093		A	22	103	0.2
36592			3	31	0.11
37693		B	25	87	0.2
77992			17	93	0.2
38192		C	12	128	0.15
38092			16	71	0.3
77992	3	A	50	66	0.35
38092			44	73	0.2
36592		B	56	91	0.3
38192			51	21	0.2
37693		C	45	105	0.27
35093			51	105	0.2

Tratamientos:

A: concentrado con 2% de NaHCO₃.

B: concentrado con el sorgo tratado previamente con 3.3% de NaOH.

C: concentrado normal.