

ZAMORANO

**Escuela Agrícola Panamericana
Departamento de Zootecnia**

EFFECTO DE LA ADICION AL CONCENTRADO DE BICARBONATO DE SODIO O DE GRANO TRATADO CON HIDROXIDO DE SODIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE VAQUILLAS

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

por:

Marcelo Alfonso Mosquera Nardi

**ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre - 1997**

ZAMORANO

**Escuela Agrícola Panamericana
Departamento de Zootecnia**

EFFECTO DE LA ADICION AL CONCENTRADO DE BICARBONATO DE SODIO O DE GRANO TRATADO CON HIDROXIDO DE SODIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE VAQUILLAS

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

por:

Marcelo Alfonso Mosquera Nardi

**ZAMORANO-HONDURAS
Diciembre -1997**

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

Marcelo Alfonso Mosquera Nardi

Honduras, 6 de Diciembre, 1997

**EFFECTO DE LA ADICION AL CONCENTRADO DE
BICARBONATO DE SODIO O DE GRANO TRATADO
CON HIDROXIDO DE SODIO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO DE VAQUILLAS**

Por:

Marcelo Alfonso Mosquera Nardi

Aprobada:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

Jhon Jairo Hincapié, D.M.V.Z.
Coordinador PIA Zootecnia

Jhon Jairo Hincapié, D.M.V.Z.
Asesor

Daniel Meyer, Ph.D.
Jefe de Depto. Zootecnia

Gladys de Flores, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Keith Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

A Dios, Jesús y a la Virgen por haberme iluminado el camino durante todos estos años.

A mi padre, Dr. Carlos Mosquera Chaves, gracias a quien, por su sacrificio, esfuerzo y cariño, logré alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi madre, Ana María; a mis hermanos, Andrea, Daniel y Juan Diego; y a mis abuelos, Alfonso y Estrella; quienes con su apoyo incondicional fueron mi soporte durante este tiempo.

Que Dios les bendiga.

A MI PAIS ECUADOR.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Vélez por su paciencia y valiosos consejos brindados para la realización de este trabajo.

Al Dr. Jhon Jairo Hincapié y a Gladys de Flores, M.Sc. por la amistad y apoyo ofrecido durante este año.

A mi compañero de trabajo, Rivaldo López, por todo el esfuerzo realizado en este año.

A mis amigos, sin quienes este último año no hubiera sido lo que fue: M. Echeverría, G. Larrea, A. López, L. Apolo, H. Castillo, I. Borja, E. Jerez, F. Ibarra, H. Salazar, D. Fernández, J. Prado, F. Palacios, y E. Cuellar.

Al personal de Ganado Lechero y Zootecnia y a todos quienes colaboraron con la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Dr. Carlos Mosquera Chaves por haber financiado mis estudios en Zamorano y a Decanatura Académica por haber financiado parcialmente mi último año de estudio.

RESUMEN

La mayor capacidad genética de crecimiento y producción del ganado lechero en las últimas décadas, ha conducido a la utilización de mayores niveles de concentrado. Por su alta fermentabilidad en el rumen el concentrado puede causar desórdenes metabólicos como la acidosis. Debido a esto, la adición de buffers a las raciones es cada vez más frecuente. En este estudio se probó en vaquillas si la adición de bicarbonato de sodio al concentrado o el grano tratado con hidróxido de sodio tiene efecto sobre el consumo de MS, el peso vivo, la conversión alimenticia, la condición corporal y algunos parámetros sanguíneos indicadores de la presencia de acidosis. Se usó NaOH y NaHCO₃ como buffers. Se utilizaron 16 vaquillas de las razas Holstein y Pardo Suizo de 22 meses de edad promedio. Los tratamientos fueron concentrado a razón de: 1.5% del peso vivo (PV), 1.5% del PV más 2% NaHCO₃, y 1.5% del PV en el cual el grano fue tratado con 3.3% de NaOH. El control recibió concentrado a razón de 0.5% del PV. Se encontró un menor consumo de ensilaje (P<0.02) en el tratamiento de NaOH y en el control. El consumo de MS total fue mayor (P<0.0001) en los tratamientos con NaHCO₃ y 1.5% normal. El mayor aumento en condición corporal se dio en el tratamiento con NaHCO₃, mientras que en el control hubo pérdida de condición corporal. En todos los grupos hubo un aumento de peso, la ganancia diaria fue mayor en los tratamientos con 1.5% del PV en comparación con 0.5% del PV (P<0.0007), entre el NaHCO₃ y el NaOH no se encontró diferencia. La conversión alimenticia fue similar en los tratamientos, pero mayor (P<0.002) en el control. No hubo diferencia en los niveles de glucosa y bilirrubina entre los tratamientos, estando los niveles de glucosa sobre los valores normales y los de bilirrubina dentro del rango normal para bovinos. Los valores de AST estuvieron ligeramente por encima y los de GPT ligeramente por debajo de los rangos normales. Ninguno de los cuatro parámetros sanguíneos sugiere una acidosis. A los niveles de concentrado utilizados no es necesario adicionar un amortiguador de pH a la dieta.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
Portadilla	i
Derechos de Autor	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento especial	vi
Resumen	vii
Tabla de Contenido	viii
Indice de Cuadros	ix
Indice de Figuras	x
Indice de Anexos	xi
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
III. RESULTADOS Y DISCUSION	5
IV. CONCLUSIONES	11
V. RECOMENDACIONES	12
VI. LITERATURA CITADA	13
VII. ANEXOS	16

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Formulación de los tres tipos de concentrados	4
2. Resultados del desempeño animal respecto a las variables evaluadas	5
3. Resultados de los parámetros sanguíneos	9
4. Comparación de los resultados obtenidos con los valores normales	10

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Consumo de materia seca del ensilaje y total	6
2. Ganancia diaria de peso por tratamientos	7
3. Conversión alimenticia por tratamientos	8

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Pag.
1. Análisis químico de los ingredientes	16
2. Análisis químico de los tres tipos de concentrado	16
3. Análisis químico del ensilaje de sorgo	17
4. Parámetros sanguíneos- Valores normales en bovinos	17
5. Relación forraje:concentrado (F:C) por tratamiento	18

I. INTRODUCCION

En los últimos 20 años han habido varios cambios importantes en la alimentación del ganado lechero, entre ellos la utilización de mayores niveles de concentrado y de materiales ensilados. Ambas prácticas tienen efectos negativos sobre el ecosistema del rumen que conducen a que desórdenes metabólicos, como la acidosis láctica, sea uno de los problemas más frecuentes en los hatos lecheros (Arambel et al, 1988).

La acidosis resulta de una alimentación excesiva con carbohidratos no estructurales y/o una dieta pobre en fibra. El rumiante tiene un sistema regulador ácido-base que mantiene el pH del rumen entre 6.2 y 6.8. Con raciones adecuadas en fibra, secreta grandes cantidades de saliva que contiene bicarbonato y fosfato de sodio y de potasio, que actúan de buffers en el rumen. Raciones bajas en fibra o altas en concentrados reducen la rumia y, como resultado, la producción de saliva (Le Ruyet, 1992).

La concentración en la sangre de enzimas hepáticas, como aspartato amino transaminasa (AST) y glutamato piruvato transaminasa (GPT), conjuntamente con la de bilirrubina y la de glucosa es un buen indicador de errores en la alimentación. Las enzimas AST y GPT aumentan cuando hay una destrucción del parénquima hepático por el ácido láctico. El nivel de glucosa en el suero sanguíneo indica el suministro de energía; un nivel bajo acompañado de uno alto de bilirrubina, es un indicador de acidosis (Kelly, 1976).

Los buffers incrementan el pH del fluido ruminal y aumentan la resistencia a cambios en pH aun cuando se utilizan 40- 50% de grano en las raciones (Anónimo, 1996). Algunas situaciones en las cuales el uso de buffers debería considerarse son:

- la porción del forraje de la ración constituye menos del 45% del total de consumo de materia seca (MS).
- la ración total (forraje y grano) han sido finamente molidos o picados.
- se proporciona más de 2 kg de grano (en base seca) por 100 kg de peso corporal.

El uso de bicarbonato de sodio como buffer ha sido bien documentado; Zinn (1991) encontró que el bicarbonato de sodio (0.75% de la MS de la dieta) en novillos aumentó la ganancia diaria de peso en 5.9% y el consumo de MS en 4.6%. Por el contrario Stroud et al (1985) encontraron que no hubo diferencia al añadir 1% de NaHCO_3 sobre el consumo de MS y GDP.

Otra alternativa para contrarrestar la acidosis en el rumen es el tratamiento del grano con hidróxido de sodio (NaOH). Actualmente se tratan 130,000 toneladas de grano por año en Gran Bretaña. Este proceso fue desarrollado en el Instituto de Investigaciones Rowett en 1970 como una alternativa a moler o quebrar el grano. Posteriormente se encontró que el

almidón del grano se degrada más lentamente y que el pH alto del grano es un excelente amortiguador para el ácido del ensilaje (McCullough, 1996). Canale et al (1990) indicaron que el tratamiento alcalino con NaOH reduce la cantidad de fibra indigerible al solubilizar la hemicelulosa y reducir la fibra neutro detergente. Orskov et al (1978 cit. por Mayne et al , 1996) sugirió que el tratar el grano con NaOH reduce el ritmo con el cual el grano se digiere en el rumen y aumenta y permite un mayor consumo de forraje comparado con un nivel similar de grano sin tratamiento.

El presente estudio tuvo por objeto estudiar el efecto de la adición de NaHCO_3 a las dietas y de tratar el grano de la dieta con NaOH sobre el consumo de forraje, ganancia de peso, conversión alimenticia y condición corporal, así como sobre los niveles de las enzimas hepáticas AST y GPT, bilirrubina y glucosa en el suero sanguíneo de vaquillas que reciben dietas altas en concentrado.

II. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó de Marzo a Junio, a finales de la época seca de 1997, en la Sección de Ganado Lechero del Zamorano, a 800 msnm. Se utilizaron 16 vaquillas de las razas Holstein y Pardo Suizo de 17 a 26 meses, agrupadas para obtener un peso promedio similar en los tratamientos (468.6 ± 5.80 kgs).

El ensayo se dividió en tres períodos. Cada uno incluyó una fase de recolección de datos de siete días y una de descanso de la misma duración. Durante la fase de recolección de datos los animales recibieron la dieta, según el tratamiento, a razón de 1.5% del peso vivo (PV). El grupo control recibió concentrado a razón de 0.5% del PV durante el tiempo que duró el ensayo. El concentrado se ofreció en partes iguales en la mañana y en la tarde. Además se proporcionó ensilaje de sorgo *ad libitum* usando comederos individuales de acceso controlado (Calan®) para medir el consumo diario. Durante la fase de descanso todas las vaquillas recibieron concentrado a razón de 0.5% del peso vivo y ensilaje de sorgo *ad libitum*.

Los tratamientos consistieron en:

- Control: Suplementación baja: concentrado 0.5% PV
- T1: Suplementación alta: concentrado 1.5% PV
- T2: Suplementación alta: concentrado 1.5% PV + 2% NaHCO₃
- T3: Suplementación alta: concentrado 1.5% PV con sorgo tratado con NaOH

Los tratamientos se formularon de acuerdo a la ración utilizada actualmente para vaquillas en la Sección de Ganado Lechero (Cuadro 1). Para tratar el sorgo se utilizó Lejía comercial (97% NaOH). El sorgo se mezcló con 3.3% de NaOH y 10% de agua, dejándolo reaccionar 20 minutos; luego se extendió en un lugar seco, ventilado y con sombra por 48 hrs (McCullough, 1996). Como fuente de NaHCO₃ se utilizó el producto comercial Alkali® a razón de 2% del concentrado.

Las variables medidas fueron:

- a. Cambios en la concentración de Bilirrubina, Glucosa, GPT (Glutamato piruvato transaminasa) y AST (Asparto amino transaminasa) en el suero sanguíneo. Para ello se tomaron semanalmente muestras de sangre de la vena caudal de dos vaquillas por tratamiento. Estas fueron centrifugadas por 5 minutos a 300 r.p.m. para obtener el suero sanguíneo para su análisis en el Hospital Militar en Tegucigalpa mediante la prueba de Elisa con el equipo Tephnicon RA-1000.

- b. Diariamente se pesó la cantidad ofrecida y el rechazo de ensilaje por vaquilla. Semanalmente se tomaron muestras del ensilaje ofrecido y del rechazado, en las que se determinó el contenido de materia seca y de materia orgánica por secado a 105° C e incinerado a 580° C, respectivamente. La cantidad ofrecida se determinó buscando un 10% de rechazo.
- c. La condición corporal en una escala de 1 a 5 se evaluó semanalmente y las ganancias de peso fueron determinadas mediante pesajes al inicio del estudio y al final de cada período.
- d. La conversión alimenticia fue calculada en base al consumo de alimento y la ganancia diaria de peso.

El diseño experimental fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza, utilizando los Modelos Generales Lineales del Sistema de Análisis Estadístico, SAS (SAS, 1991). La separación de medias se realizó utilizando la prueba Duncan y los efectos principales fueron considerados significativos a partir de una probabilidad de $P < 0.05$.

Cuadro 1. Formulación de los tres tipos de concentrados.

Ingrediente	Convencional	Bicarbonato de Sodio 2%	Hidróxido de Sodio al 3.3%
Sorgo	55.88	54.76	54.04
Semolina arroz	20	19.60	20
Harina de maní	8.3	8.13	8.3
Harina de carne	4	3.92	4
Melaza	10	9.80	10
Sal común	0.5	0.49	0.5
Urea	0.5	0.49	0.5
Vitamelk	0.25	0.25	0.25
Ganado*			
CaCO ₃	0.57	0.56	0.57
Bicarbonato de Sodio	-----	2.00	----
Hidróxido de Sodio	----	-----	1.84

* Mezcla de vitaminas y minerales

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de consumo de MS , ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y condición corporal se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados del desempeño animal respecto a las variables evaluadas.

PARAMETROS	TRATAMIENTOS			
	0.5% Normal	1.5% NaHCO ₃	1.5% NaOH	1.5% Normal
Consumo de MS del ensilaje (kg/día)	5.17 b	5.47 b	5.02 b	5.86 a
Consumo de MS Total (kg/día)	7.12 b	12.00 a	11.12 a	11.86 a
Consumo kg MS ensilaje/100 kg PV	1.09 b	1.14 ab	1.048 b	1.23 a
Consumo kg MS total /100 kg PV	1.51 c	2.49 a	2.31 b	2.47 a
Ganancia diaria de peso (kg/día)	0.52 b	1.41 a	1.35 a	1.49 a
Conversión alimenticia	13.7 a	8.5 b	8.2 b	8.0 b
Cambio en Condición Corporal	-0.02 b	0.10 a	0.02 ab	0.02 ab
Relación forraje:concentrado	73:27 c	45:55 a	45:55 a	49:51 b

Letras diferentes dentro de cada variable indican diferencias significativas (P<0.05).

CONSUMO:

El consumo del ensilaje de sorgo en todos los casos estuvo por encima del 1% del PV, sin embargo el consumo de MS del ensilaje por cada 100 kg de peso vivo fue mayor en el tratamiento 1.5% sin NaOH o NaHCO₃ (1.23 kg por 100 kg PV), en comparación con el control y los tratamientos con NaOH o NaHCO₃ (P<0.05, Cuadro 2). Entre el NaOH y NaHCO₃, no se encontró diferencias en cuanto al consumo de MS del ensilaje, ni entre los dos niveles de concentrado (0.5% y 1.5%), indicando que no hubo un efecto de sustitución forraje:concentrado. En este caso se dio un efecto de aditividad del consumo de concentrado al consumo de MS forraje.

El consumo total de MS en los tratamientos fue alrededor al 2.4% del PV, siendo en el control de 1.5% del PV. Como era de esperar, el consumo total de MS/100 kg PV fue mayor en los tratamientos con respecto al control (P<0.0001) ya que la cantidad de concentrado ofrecida fue tres veces mayor. Hubo un mayor consumo en el tratamiento con NaHCO₃ vrs el tratamiento con NaOH (P<0.07).

Las diferencias en respuesta a la suplementación de las dietas con buffers dependen: 1) del ritmo de reacción del buffer, 2) del modo de acción del buffer, 3) de la forma y grado en el cual el animal está fisiológicamente estresado, 4) de la capacidad buffer de la dieta y 5) de la forma física de la dieta (Arambel et al, 1988).

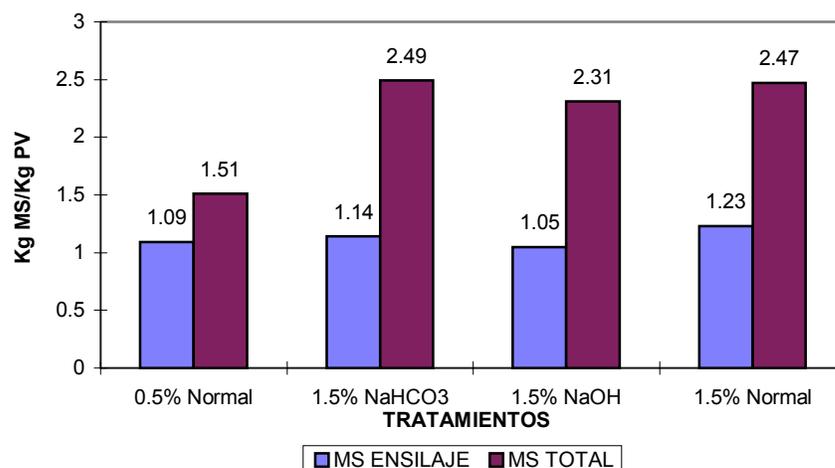


Figura 1. Consumo de MS del ensilaje y total.

Es posible que el nivel de NaHCO₃ utilizado en este estudio (2%) haya sido muy alto. Le Ruyet et al (1992) reportaron un aumento del consumo utilizando 1.25% NaHCO₃ y lo mismo indicaron Bulten y Axle (1984; cit. por Jacques et al., 1986) con la adición de 1%. Reynolds et al (1993) en novillos Hereford encontraron un mayor consumo de materia seca (MS) en dietas con 1.2% de NaHCO₃ en comparación con dietas sin la adición de buffer y lo mismo reportaron Solórzano et al (1989) y Leventini et al (1990).

El tratamiento previo del grano con NaOH tampoco mejoró el consumo de forraje; lo que difiere con lo encontrado por Canale et al (1990) y por Mayne et al (1996), Leaver et al (1995) y Boukila et al (1995), de que el tratamiento del grano con NaOH, o cualquier otro tratamiento alcalino aumenta el consumo de MS del ensilaje de un 35 a un 48%. En este estudio el consumo de ensilaje en el tratamiento con NaOH fue menor que en los demás grupos, por lo que el tratamiento alcalino no tuvo efecto.

Generalmente el consumo de forraje se reduce cuando se suplementa una cantidad alta de grano (Mayne et al., 1996). Sanson et al (1990) encontraron una reducción en el consumo de forraje de 17% cuando variaron el grano de 0.0 a 0.5 % del PV. En cambio Petit y Viera (1991) no encontraron diferencias en el consumo de forraje al proporcionar concentrado a razón de 1.8% o 1.3% del PV. Igualmente en el presente estudio hubo un efecto aditivo de la suplementación, ya que se incrementó el consumo de MS total y no hubo cambios en el consumo de MS del forraje (Figura 1). No se presentó un efecto de sustitución forraje-concentrado con el nivel de concentrado utilizado en los tratamientos ya que el consumo de MS del ensilaje fue similar entre los tratamientos y el control, incluso hubo un mayor consumo de ensilaje en el tratamiento 1.5% NaHCO₃ y 1.5% normal.

GANANCIA DE PESO:

En todos los casos se registró un aumento de peso al final del ensayo (Figura 2). Los animales en los tratamientos tuvieron una mayor ganancia de peso que el control ($P < 0.0080$; Figura 2). Estos resultados se atribuyen a que los primeros fueron alimentados sobre los requerimientos recomendados por la NRC para vaquillas (NRC, 1988), siendo que en el control el consumo total de MS/ 100 kg PV, fue de 1.51% en comparación con un promedio de 2.42% en los tratamientos. En los cuatro grupos se registró una mayor ganancia de peso durante el último período debido a una mejor adaptación de los animales a los comederos, lo que además representó un aumento en el consumo de ensilaje.

En promedio se registró una mayor GDP en el tratamiento normal 1.5% (1.49 kg/día), sin embargo no fue estadísticamente diferente de los otros tratamientos. Entre NaOH y NaHCO₃ no se encontró una diferencia en la GDP ni tampoco con respecto al tratamiento de 1.5% PV sin adición de buffer. Tal como se dijo inicialmente, la literatura reporta resultados variables. Sanson et al (1990) con dietas altas en maíz encontraron que sin suplementación con NaHCO₃, los animales perdieron peso. Firkins y Eastridge (1992) indicaron una mayor GDP al añadir diferentes buffers a la dieta, igualmente Zinn (1991) encontró que ofreciendo NaHCO₃ (0.75% de la dieta) la ganancia de peso aumentó en 5.9% sin variar la conversión alimenticia. Por el contrario Stroud et al (1985; cit. por Sanson et al, 1990) no encontraron diferencia al añadir 1% de NaHCO₃ sobre el consumo de MS, pero sí se encontró una mejoría en la conversión alimenticia durante la etapa de finalización. Arambel et al (1988) no encontraron efecto sobre peso corporal al añadir 0.8% NaHCO₃ a la dieta. El tratamiento con NaOH tampoco presentó una mejoría en la GDP, lo que concuerda con lo obtenido por Leaver y Hill (1995).

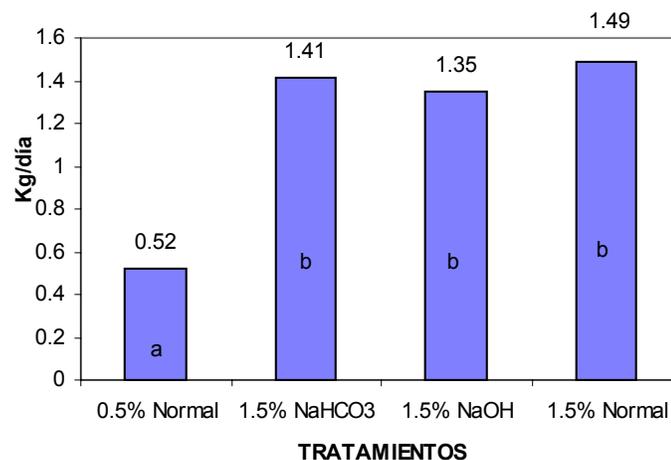


Figura 2. Ganancia diaria de peso por tratamientos.

CONVERSION ALIMENTICIA:

La conversión alimenticia fue similar entre los tratamientos, siendo ligeramente menor en el tratamiento normal 1.5% (8.07:1), estos resultados discrepan con lo obtenido por Stroud et al (1985) que al utilizar buffers no obtuvieron un efecto sobre el consumo de MS, pero sí se registró una mejoría en la conversión alimenticia. En el control se obtuvo una conversión alimenticia más alta (13.7 kg de MS consumida:1 kg de ganancia de peso), que con respecto a los tratamientos, debido a la baja GDP que presentó.

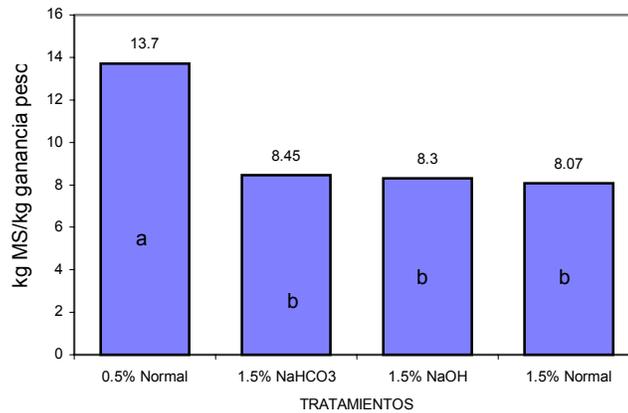


Figura 3. Conversión alimenticia por tratamientos

CONDICION CORPORAL:

En el presente estudio se registró un aumento en la condición corporal en todos los tratamientos, excepto en el control, en el cual disminuyó ligeramente ($P < 0.05$; Figura 3), esto esta relacionado con la baja GDP de peso que se dio. El mayor aumento en condición corporal se dio en el tratamiento con NaHCO₃ (+0.1042) siendo diferente de los otros dos tratamientos en los cuales se obtuvo un incremento de 0.021 unidades. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Arambel et al (1988) y por Leaver y Hill (1995), quienes obtuvieron un aumento en condición corporal utilizando NaHCO₃ y NaOH respectivamente.

PARAMETROS SANGUINEOS

Cuadro 3. Resultados de los Parámetros Sanguíneos

Parámetros	Tratamientos			
	0.5% Normal	1.5% NaHCO ₃	1.5% NaOH	1.5% Normal
Glucosa mg/dl	76.3 a	79.6 a	77.8 a	79.7 a
Bilirrubina mg/dl	0.367 a	0.360 a	0.450 a	0.433 a
AST U/L*	67.0 a	73.8 a	44.0 b	79.5 a
GPT U/L	24.2 b	32.4 b	53.7 a	34.7 b

Letras diferentes dentro de cada variable son estadísticamente diferentes al $P < 0.05$

* U/L= Unidades Sigma Frankel/ Litro

Los parámetros sanguíneos mostraron un patrón similar en casi todos los casos (Cuadro 3). El nivel de glucosa en el suero sanguíneo fue ligeramente superior en los tratamientos con altas dosis de concentrado, pero las diferencias no alcanzaron niveles significativos (Cuadro 3). Esto contradice lo encontrado por Petit y Viera (1991), de mayores concentraciones de glucosa en animales que recibieron concentrado a razón de 1.3% del PV (72.6 mg/dl) que en los que recibieron 1.8% del PV (59.9 mg/dl). Lo anterior probablemente ocurrió debido al corto tiempo al que los animales estuvieron sometidos a la dieta. Se requiere de un tiempo mayor para que este valor se altere.

Dhiman et al (1991) encontraron que al disminuir la relación forraje:concentrado disminuyó la concentración de glucosa en sangre. Esto difiere con lo obtenido en este estudio, en el cual se dio un nivel similar de glucosa en el control que en los tratamientos aunque la relación forraje:concentrado de la dieta control (2.6:1) fue mayor que los tratamientos (0.89:1 en promedio) (Cuadro 2).

La bilirrubina está íntimamente relacionado con la glucosa; el nivel reducido de glucosa acompañado con uno alto de bilirrubina, es un indicador de acidosis clínica o subclínica (Kelly, 1976). Según los datos obtenidos en este estudio, no hubo una acidosis en los animales ya que los valores de bilirrubina de todos los tratamientos estuvieron dentro del rango normal, mientras que los valores de glucosa estuvieron sobre lo normal para bovinos. La posible explicación para los niveles elevados de glucosa es que no hubo una reducción en el consumo de alimento al no haberse presentado una acidosis, según los niveles de AST y GPT obtenidos. El primer síntoma de una acidosis es la reducción en el consumo de alimento, lo que representa una reducción en la ingestión de carbohidratos lo que se ve reflejado por una disminución del nivel de glucosa en el suero sanguíneo. Probablemente se requiere un tiempo mayor de exposición de los animales al tratamiento

para detectar alguna alteración en los parámetros sanguíneos.

A excepción del tratamiento con NaOH que estuvo dentro del rango normal para bovinos, la variable AST mostró una elevación sobre el rango normal, pero sin llegar a niveles para considerarla una acidosis aguda. Los valores de GPT estuvieron muy cerca del rango normal lo que indica que no se dio un daño hepático a causa de una acidosis.

Cuadro 4- Comparación de los resultados obtenidos con los valores normales

Parámetros	Tratamientos			
	0.5% Normal	1.5% NaHCO ₃	1.5% NaOH	1.5% Normal
GPT	C	C	B	C
AST	B	B	C	B
Glucosa	B	B	B	B
Bilirrubina	C	C	C	C

A= Valor debajo del rango normal

B= Valor sobre el rango normal

C= Valor dentro del rango normal

IV. CONCLUSIONES

No hubo una mejoría en el comportamiento de las vaquillas al añadir NaHCO_3 o tratar el sorgo con NaOH .

Con los niveles de concentrado utilizados, los parámetros sanguíneos indican que no se presentó una acidosis en las vaquillas, por lo que no se recomienda el adicionar NaHCO_3 o tratar el grano con NaOH en vaquillas.

V. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este estudio, no se recomienda adicionar NaHCO_3 o tratar el grano con NaOH en dietas de vaquillas, ya que no hay una ventaja comparativa en las variables evaluadas con respecto al no hacerlo.

Para estudios posteriores se debería:

1. Usar períodos más largos que los utilizados en este estudio.
2. Utilizar mayores niveles de concentrado.
3. Probar diferentes niveles de NaOH y de NaHCO_3 y estudiar otros buffers disponibles en el mercado.
4. Comparar la suplementación de buffers con utilizar grasas en la ración para reducir la cantidad de carbohidratos fácilmente fermentables en la dieta.

VI. LITERATURA CITADA

- ARAMBEL, M.J.; WIEDMEIER, R.D.; CLARK, D.H.; LAMB R.C.; BOMAN, R.L.; WALTERS, J.L. 1988. Effect of sodium bicarbonate and magnesium oxide in an alfalfa-based total mixed ration fed to early lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 71:159-163.
- BLOOD, D.C. y RADOSTITS, O.M. 1992. *Medicina Veterinaria*. Trad. por Isabel Bergara. 7 ed. Madrid, España. Interamericana, McGraw-Hill. v. 2, p.1519-1525.
- BOUKILA, B.; SEOANE, J.R.; BERNIER, J.F. 1995. Effects of dietary hydroxides on intake, digestion, rumen fermentation and acid-base balance in sheep fed a high-barley diet. *Canadian Journal of Animal Science*. 75: 214-223.
- BUFFERS and fats for dairy cattle. [Http://www.canr.msu.edu/dept/ans/mdr-413.html](http://www.canr.msu.edu/dept/ans/mdr-413.html).
- CANALE, C.J.; ABRAMS S.M.; VARGAS G.A.; MULLER L.D. 1990. Alkali -treated orchardgrass and alfalfa: composition and *in situ* digestion of dry matter and cell wall components. *Journal of Dairy Science*.73: 2404-2412.
- CANALE, C.J.; VARGAS, G.A.; ABRAMS, S.M. 1990. *In situ* disappearance of cell wall monosaccharides in alkali-treated orchardgrass and alfalfa. *Journal of Dairy Science*. 74: 1018-1025.
- CICADEP, 1988. Diagnóstico y mejoramiento de la fertilidad en el hato. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario (CICADEP). Medellín, Colombia.
- DHIMAN, T.; KLEINMANS, J.; TESSMAN, N.; RADLOFF, H.; VAN EVERT, P.; SATTER, L. 1991. Effect of dietary forage:grain ratio on blood constituents in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 74: 2691-2695.
- FIRKINS, J.L; EASTRIDGE, M.L. 1992. Replacement of forage or concentrate with combinations of soyhulls, sodium bicarbonate or fat for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 75: 2751-2761.
- JACQUES, K.A.; AXE, D.E.; HARRIS, T.R.; HARMON, D.L.; BOLSEN, K.K.; JOHNSON, D.E. 1986. Effect of sodium bicarbonate and sodium bentonite on digestion, solid and liquid flow, and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *Journal of Animal Science*. 63: 923-932.

- JACOBSEN, K. [Http://128.192.2019/LAM/LM000034.HTML#...](http://128.192.2019/LAM/LM000034.HTML#...)C Diseases associated with hypocalcemia.
- KELLY, W.R. 1976. *Diagnóstico Clínico Veterinario*. Compañía Editorial Continental, S.A. 2a Edición (Español). España. 444 p.
- Le RUYET, P.; TUCKER, W.B. 1992. Ruminant buffers: temporal effects on buffering capacity and pH of ruminal fluid from cows fed a high concentrate diet. *Journal of Dairy Science*. 75: 1069-1077.
- LEAVER, J.D.; HILL, J. 1995. The performance of dairy cows offered ensiled whole-crop wheat, urea-treated whole-crop wheat or sodium hydroxide-treated wheat grain and wheat straw in a mixture with grass silage. *Animal Science*. 61: 481-489.
- LEVENTINI, M.W.; HUNT, C.W.; ROFFLER, R.E.; CASEBOLT, D.G. 1990. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 4334-4344.
- MAYNE, 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*. 63: 11-19.
- McCULLOUGH, M. 1996. Nuevas ideas para solucionar el viejo problema británico de la alimentación de las vacas. *Hoard's Dairyman*. 5: 388-389.
- McNIVEN, M.A.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. 1995. Influence of roasting or sodium hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 78: 1106-1115.
- PETIT, H.; VEIRA, D. 1991. Effects of grain level and protein source on yield, feed intake, and blood traits of lactating cows fed alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*. 74: 1923-1932.
- REYNOLDS, W.K.; HUNT C.W.; MOEN, T.; LOESCHE, J.A. 1993. Comparison of corn and barley with and without ruminal buffers in supplements fed in wheat straw-based diets to beef steers. *Journal of Animal Science*. 71: 1326-1334.
- SANSON, D.W., CLANTON, D.C.; RUSH, I.G. 1990. Intake and digestion of low-quality meadow hay by steers and performance of cows on native range when fed protein supplements containing various levels of corn. *Journal of Animal Science*. 68: 595-603.
- SOLORZANO, L.C.; ARMENTANO, L.E., GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. 1989. Effects of sodium bicarbonate or sodium sesquicarbonate on lactating Holsteins fed a high grain diet. *Journal of Dairy Science*. 72: 453-461.
- ZINN, R.A. 1991. Comparative feeding value of steam-flaked corn and sorghum in finishing diets supplemented with or without sodium bicarbonate. *Journal of Animal Science*. 69: 905-916.

VII. ANEXOS

Anexo 1- Análisis químico de los ingredientes

Ingrediente	Sorgo blanco	Semolina	Har. carne	Har. maní
Materia Seca %	89.01	88.54	92.22	90.96
Humedad %	10.99	11.46	7.78	9.04
Materia Orgánica %	98.10	91.85	57.86	92.02
Proteína Cruda %	9.09	13.21	42.41	55.39
Extracto Etéreo %	2.84	14.07	16.87	5.33
Fibra Cruda %	1.88	7.13	1.16	5.55
Cenizas %	1.69	7.22	38.86	7.26
DIVMO %	86.44	68.41	55.40	86.44
Energía digerible (Mcal/kg)	3.59	3.13	2.81	3.94

Valores expresados en base seca

Anexo 2- Análisis químico de los tres tipos de concentrado

Concentrados	MS %	MO %	FND %	PC %	CZ %	DIVMO %
Concentrado Normal	82.94	90.07	8.72	17.37	8.23	80.14
Concentrado más NaHCO ₃	89.69	89.68	8.49	14.83	9.25	77.10
Concentrado tratado con NaOH	84.35	86.21	8.32	17.20	11.63	75.00

Valores expresados en base seca

Anexo 3- Análisis químico del ensilaje de sorgo

	MS %	MO %	PC %	FND %	pH
Ensilaje de Sorgo	24.48	93.23	6.08	64.88	3.86

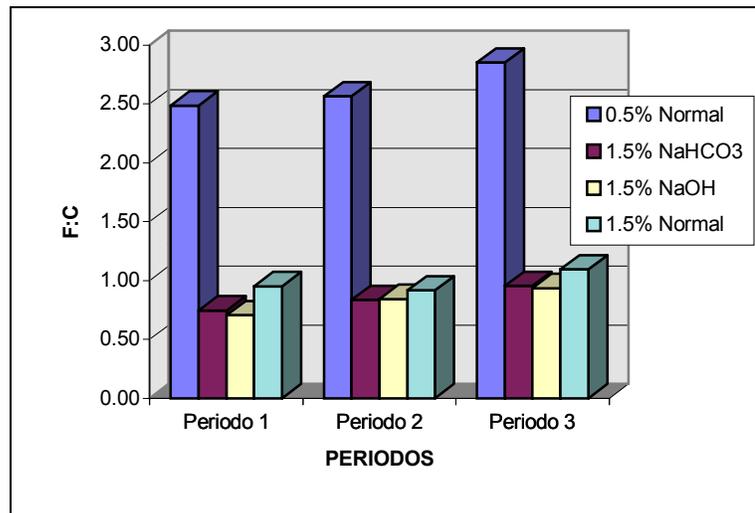
Valores expresados en base seca

Anexo 4- Parámetros sanguíneos- Valores Normales en Bovinos

GPT	AST	BILIRRUBINA	GLUCOSA
U/L	U/L	mg/100ml	mg/100ml
7-35	38-60	0-0.5	38-60

U/L = Unidades Sigma Frankel
por litro

FUENTE: Kelly, 1976

Anexo 5- Relación forraje:concentrado por tratamiento

**TESIS: SUPLEMENTACION DE BUFFERS A VAQUILLAS QUE RECIBEN DIETAS ALTAS EN
CONCENTRADO**

Marcelo Mosquera Nardi

**RESULTADOS DEL ESTUDIO DE VAQUILLAS
DESEMPEÑO ANIMAL**

TRATAM	PERIODO	CONSMS	CONSMO	CONMSTO	%CON	REL F:C	GDP	EFIE
1	1	5.26	4.87	7.55	30.33	2.3	0.67	0.952427984
1	1	6	5.56	8.18	26.63	2.76	0.54	1.142857143
1	1	2.83	2.63	4.18	32.26	2.1	0	0.870769231
1	1	5.18	4.82	7.04	26.39	2.79	0.82	1.156954315
1	2	5.23	4.84	7.51	30.37	2.29	0.63	0.950909091
1	2	5.3	4.91	7.45	28.85	2.47	0.45	1.022807018
1	2	3.72	3.45	5.08	26.73	2.74	0.37	1.136666667
1	2	5.15	4.78	7.02	26.6	2.76	0.63	1.144444444
1	3	6.47	6	8.85	26.85	2.72	0.51	1.12968254
1	3	7.35	6.81	9.65	23.83	3.2	0.48	1.325409836
1	3	3.4	3.15	4.79	28.95	2.45	0.55	1.017687075
1	3	6.14	5.71	8.17	24.81	3.03	0.61	1.25655814
2	1	4.33	4.1	11.48	62.3	0.61	0.66	0.814188034
2	1	4.51	4.21	10.26	56.04	0.78	1.96	1.055531915
2	1	5.19	4.86	11.61	55.3	0.81	1.63	1.087428571
2	1	5.01	4.69	11.34	55.82	0.79	0	1.064927536
2	2	5.52	5.17	12.77	56.76	0.76	1.3	1.024810127
2	2	4.98	4.66	12.2	59.17	0.69	0.97	0.928474576

2	2	5.1	4.8	10.45	51.2	0.95	2.92	1.282285714
2	2	5.21	4.89	10.74	51.51	0.94	0.32	1.266519337
2	3	6.62	6.21	12.43	46.74	1.14	2.26	1.533052632
2	3	6.48	6.08	14.31	54.71	0.83	1.63	1.11375
2	3	6.4	6.02	13.8	53.62	0.86	1.61	1.163636364
2	3	6.26	5.85	12.62	50.4	0.98	1.61	1.324230769
3	1	4	3.74	9.15	56.27	0.78	0	0.983240223
3	1	4.73	4.42	11.52	58.93	0.7	0.97	0.881864407
3	1	3.83	3.63	10.33	62.92	0.59	0.97	0.745663717
3	1	4.25	3.95	9.86	56.88	0.76	0.97	0.958974359
3	2	5.31	4.96	12.38	57.12	0.75	3.9	0.949756098
3	2	5.29	4.92	10.81	51.07	0.96	-0.32	1.212291667
3	2	4.61	4.3	10.5	56.12	0.78	3.25	0.989463415
3	2	5.17	4.81	11.04	53.15	0.88	1.95	1.115098039
3	3	6.33	5.9	13.4	52.77	0.89	0.97	1.132195122
3	3	6.44	6	13.49	52.24	0.91	0.97	1.156571429
3	3	5.96	5.59	11.25	47.03	1.13	0.97	1.425217391
3	3	4.36	4.1	9.74	55.22	0.81	1.63	1.025882353
4	1	5.64	5.24	12.2	53.77	0.86	0	1.069655172
4	1	5.49	5.1	12.16	54.86	0.82	2.6	1.023559322
4	1	4.84	4.52	9.68	49.97	1	0	1.245380117
4	1	5.65	5.26	10.68	47.11	1.12	-0.33	1.396629213
4	2	5.55	5.16	10.75	48.38	1.07	3.25	1.327173913
4	2	5.55	5.16	12.51	55.62	0.8	1.3	0.992682927
4	2	5.39	5.02	11.89	54.68	0.83	3.25	1.031130435

4	2	5.38	4.99	10.92	50.74	0.97	1.3	1.207755102
4	3	6.69	6.23	13.82	51.58	0.94	0.96	1.168095238
4	3	6.54	6.06	12.25	46.62	1.15	-0.97	1.424554455
4	3	6.93	6.43	12.5	44.56	1.24	5.51	1.547817259
4	3	6.61	6.14	12.92	48.82	1.05	0.97	1.304215247

TRAT	CA
1	13.6923
2	8.5106
3	8.237
4	7.957

CLAVE:

TRATAM= Tratamiento

1= 0.5% PV Normal

2= 1.5% PV+ 2% NaHCO₃

3= 1.5% PV + 3.3% NaOH

4= 1.5% PV Normal

CONSMS = Consumo de MS del ensilaje (kg/día)

CONSMO = Consumo de MO del ensilaje (kg/día)

CONMSTO = Consumo de MS Total (kg/día)

% CON= % de concentrado en la dieta

REL F:C= Relación forraje: concentrado

GDP= Ganancia diaria de peso

EFIE= consumo de ensilaje como % del PV

EFIC= consumo de concentrado (MS) como % del PV

EFIT= consumo total de MS como % del PV

DIFCC= Cambio en condición corporal durante el ensayo

CA= Conversión alimenticia

