

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ )  
EN LA ALIMENTACION DE VAQUILLAS HOLSTEIN  
DE REEMPLAZO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

ISAIAS VAZQUEZ GUZMAN

MARIN, N. L.

JULIO DE 1989

SF199  
H75  
739  
C.1



1080063177

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ )  
EN LA ALIMENTACION DE VAQUILLAS HOLSTEIN  
DE REEMPLAZO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA

ISAIAS VAZQUEZ GUZMAN

MARIN, N. E.

JULIO DE 1989

098667

T/  
5F199  
.H75  
.V39

040.636  
FA 1  
199  
C.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*F. FESIS*



UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO, ( $\text{NaHCO}_3$ )  
EN LA ALIMENTACION DE VAQUILLAS HOLSTEIN  
DE REEMPLAZO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

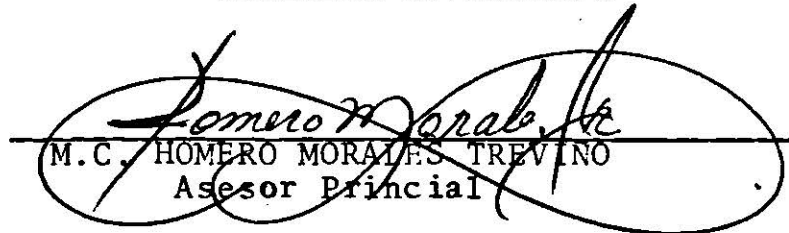
ISAIAS VAZQUEZ GUZMAN

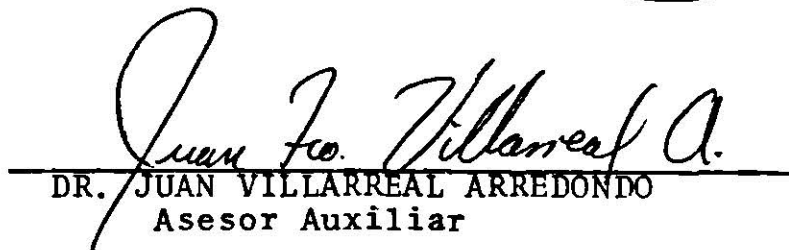
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO ( $\text{NaHCO}_3$ )  
EN LA ALIMENTACION DE VAQUILLAS HOLSTEIN  
DE REEMPLAZO.

Tesis que como requisito parcial para ob-  
tener el titulo de INGENIERO AGRONOMO  
ZOOTECNISTA presenta ISAIAS VAZQUEZ GUZ-  
MAN. Habiendo sido aprobada por la

Comisión Revisadora

  
M.C. HOMERO MORALES TREVINO  
Asesor Principal

  
DR. JUAN VILLARREAL ARREDONDO  
Asesor Auxiliar

## DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Profr. Abel Vázquez Cruz,  
Quien con su carácter y disciplina supo  
guiarme por el buen camino.

Sra. Inocencia Guzmán Palomo,  
Con su comprensión y amor supo aligerarme  
el camino.

Quienes con su cariño y amor, alentaron en mí  
la esperanza de llegar un día al término del  
camino.

Para orgullo de ellos y satisfacción mia hoy  
es el fin de esta etapa de mi vida y el co-  
mienzo de un nuevo mañana.

Gracias por creer en mi.



A mis Hermanos:

A los que considero unos verdaderos amigos, ya que siempre creyeron en mí y me brindaron su apoyo moral, para que supiera salir adelante, y al igual que ellos aprovechara la herencia de una profesión que nuestros Padres humildemente nos legaron.

ING. MISAEL VAZQUEZ GUZMAN y SRA. MARIA ELENA GUZMAN DE VAZQUEZ,  
quienes en todo momento estuvieron dispuestos a ayudarme y apoyarme para llegar al feliz término de mis estudios.

DR. JAIME VAZQUEZ GUZMAN,  
quien siempre me brindó su apoyo moral y aliento en el transcurso de mi carrera.

ARQ. HECTOR VAZQUEZ GUZMAN,  
quien supo ser un buen hermano ayudándome; en el transcurso de mi carrera.

LIC. DANIEL VAZQUEZ GUZMAN,  
quien siempre fué mi compañero de Escuela y ahora un gran amigo.

TEC. HOMERO VAZQUEZ GUZMAN,  
quien es buen hermano y amigo al que le deseo lo mejor en el inicio de su carrera.

A todos ellos gracias.

A mi Tío:

PRECILIANO GUZMAN PALOMO,  
por su apoyo moral y consejos dados en el tiempo que los necesité.

Gracias.

SRITA. LUCILA CARDOSA SEPULVEDA

Quien estuvo a mi lado durante toda mi carrera con quien pase y vivi los mejores años de mi vida de estudiante.

Quien siempre estuvo a mi lado en las buenas y en las malas, porque siempre me comprendió, me brindó su apoyo y cariño para que siguiera adelante.

GRACIAS LUCY.

A mis compañeros y amigos:

Los que primero fueron compañeros  
y con el transcurso del tiempo --  
llegaron a ser amigos con los que  
viví la mejor etapa de mi vida, -  
en la que pasamos duros y buenos-  
momentos, hoy esta etapa llega a-  
su fin y empieza una nueva etapa,  
siempre los recordaré.

## AGRADECIMIENTOS

Con agradecimiento a mis asesores por su acertada guía y paciencia:

M.C. HOMERO MORALES TREVIÑO

DR. JUAN VILLARREAL ARREDONDO

Al Ing. GUILLERMO VELA como representante de Industrias Alcañ, S.A., quien me brindó su apoyo y donó el Bicarbonato de Sodio que se utilizó en el presente trabajo.

Rubén Fierro Flores por su colaboración en el transcurso de la realización de este trabajo y su amistad brindada.

Sra. Rosaura López de Vázquez por su ayuda dada en la mecanografía del presente trabajo y muestras de amistad.

## INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. LITERATURA REVISADA.....	3
II.1. Anatomía y Fisiología Digestiva de los Ru- miantes.....	3
II.2. Compartimientos del Estómago .....	4
II.3. Características de los Rumiantes.....	6
II.4. Función de los Comportamientos del Aparato - Digestivo y sus Mecanismos .....	6
II.5. Regulación Natural de pH.....	9
II.6. Amortiguadores del pH.....	10
II.7. El Bicarbonato de Sodio.....	11
II.8. Importancia del Uso de Bicarbonato de Sodio- NaHCO <sub>3</sub> en Vaquillas de Reemplazo.....	14
II.9. Antecedentes.....	15
III. MATERIALES Y METODOS.....	17
III.1. Ubicación.....	17
III.2. Materiales y Metodología.....	17
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSION .....	34
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
VII. RESUMEN.....	39
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	41

LISTA DE CUADROS

CUADRO	Pág.
1 Distribución de los tratamientos en función del <u>ni</u> vel de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) administrado.	18
2A Ración tal como ofrecida a las vaquellas para cada tratamiento.....	18
2B Análisis bromatológico del alimento concentrado -- utilizado.....	19
3 Efecto del bicarbonato de sodio sobre el consumo - de alimento y la ganancia diaria de peso en vaqui- llas Holstein de reemplazo (1er. mes).....	23
4 Análisis de varianza para incrementos de peso por efecto de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspon- diente al primer mes.....	23
5 Efecto del bicarbonato de sodio sobre el consumo de <u>a</u> limento en base a materia seca y la ganancia dia- ria de peso en vaquillas Holstein de reemplazo (2do. mes)...	25
6 Análisis de varianza para incremento de peso por - efecto de la adición de bicarbonato de sodio co- rrespondiente al (2do. mes).....	25

	Pág.
7 Efecto del bicarbonato de sodio sobre el consumo de alimento en base a materia seca y la ganancia diaria de peso en vaquillas Holstein de reemplazo (3er. mes).....	26
8 Análisis de varianza para incremento de peso por el efecto de la adición del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondiente al (3er. mes).....	27
9 Efecto del bicarbonato de sodio sobre el incremento de peso y el consumo de alimento en vaquillas Holstein de reemplazo, promedios totales.....	29
10 Análisis de varianza para incremento de peso por el efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondiente al promedio.....	30
11 Cálculo del número de días que necesitan los animales para llegar al peso adecuado de monta (350 kg) por el efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en vaquillas Holstein de reemplazo.....	31
12 Cálculo del ahorro de alimento que representaría el uso del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en la alimentación de vaquillas de reemplazo (a partir de los valores observados).....	32

	Pág.
13 Consumo real de alimento en base a materia seca - por tratamiento (mensual y promedio total).....	32
14 Pesos iniciales y pesos mensuales para cada trata <u>m</u> miento en vaquillas de reemplazo Holstein.....	33



LISTA DE GRAFICAS

Pág.

GRAFICA

1	Incremento de peso por tratamiento por efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en vaquillas de --- reemplazo.....	28
---	--	----

## I. INTRODUCCION

Uno de los más grandes problemas de México es la escasa disponibilidad de alimento de origen animal, siendo algunos de los factores que influyen en esto la gran mortalidad de las crías; la baja velocidad de crecimiento de los reemplazos, la baja eficiencia reproductiva y la baja producción de leche.

A consecuencia de ésto, en los últimos años se han realizado investigaciones para mejorar las prácticas de manejo y alimentación, alcanzando un alto nivel de tecnificación en las explotaciones intensivas. El hombre para tener mayor producción, há proporcionado dietas con un alto contenido de granos molidos y forraje peletizado, los cuales causan con frecuencia trastornos digestivos, producto de una disminución en el pH el cual es regulado en forma natural por la saliva del animal.

Para afrontar este problema se han hecho numerosos estudios, adicionando agentes amortiguadores en las dietas de los animales, utilizando productos como: Bentonita, Hidróxido de Sodio, Oxido de Magnesio, Bicarbonato de Sodio. Siendo el bicarbonato de sodio con el cuál se ha trabajado más, debido a que es un agente natural que se encuentra en la saliva del animal.

El presente trabajo pretende evaluar el bicarbonato de sodio como agente amortiguador, ya que actúa principalmente aumentando el pH ruminal actuando como anti-ácido. Otro de los efectos más importantes de este producto es que mejora la digestibilidad de la fibra, relacionado posiblemente con el in-

cremento del pH ruminal, lo que trae un mayor aprovechamiento del forraje, ocasionando una disminución en los gastos de la crianza de vaquillas de reemplazo.

## II. LITERATURA REVISADA

### II.1. Anatomía y Fisiología Digestiva de los Rumiantes

El estómago de los rumiantes esta dividido en cuatro compartimientos: rumen o panza, retículo o redecilla, omaso o librillo y abomaso o cuajo, Cole (1964).

Los rumiantes presentan una ventaja decisiva en la digestión y la utilización de las partes de las plantas y otros compuestos que son prácticamente inútiles para los animales con estómago simple. Por ejemplo, sustancias como la celulosa que es el constituyente principal de los tejidos vegetales y los compuestos nitrogenados no protéicos (urea), son utilizados por los rumiantes mediante la fermentación y las actividades de síntesis de los microorganismos del rumen, los que producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles a medida que fermentan el alimento que consumen, Frandson (1976).

En forma simple la trayectoria que siguen los alimentos ingeridos en un animal rumiante es la siguiente: de la boca, los alimentos pasan por el esófago y entran al rumen en donde se mezclan con el contenido ruminal y fermentan debido a la acción de microorganismos ruminales.

Los ácidos grasos resultantes de la fermentación de los alimentos se absorben en la corriente sanguínea desde el rumen y retículo. El resto de los alimentos pasan por el omaso y el abomaso, en donde producen una acción digestiva adicional. Fi-

nalmente entran al intestino para una digestión adicional y absorción en la corriente sanguínea o la excreción en forma de heces.

## II.2. Compartimientos del Estómago

El estómago ocupa aproximadamente tres cuartos de la cavidad abdominal llenando parcialmente la mitad izquierda de ella.

Rumen.- Es el más voluminoso de los cuatro preestómagos llenando casi por completo la mitad izquierda de la cavidad abdominal, se extiende desde el diafragma hasta la pélvis, se divide en cuatro zonas mediante bandas musculares denominadas pilares, hay un saco dorsal, uno ventral y dos posteriores.

La membrana que lo tapiza es un epitelio escamoso estratificado sin glándulas; la acción de los pilares musculares obliga al alimento en el rumen a desplazarse en forma giratoria de modo que se mezclen bien con el líquido ruminal, este líquido se mezcla libremente con el contenido ruminal del retículo, el que se denomina retículo-rumen.

Las papilas que cubren la pared del rumen dan como resultado una zona superficial mucho mayor para la absorción de nutrientes desde el rumen, Burgstaller (1981).

Retículo.- Es el más anterior de los cuatro compartimientos, se apoya en el diafragma; está separado en forma parcial del rumen por una división baja.

Las paredes gruesas del mismo semejan un panal, una abertura en el lado derecho del retículo conduce al omaso, al órgano

el cual pasan los alimentos después de la acción de los microorganismos del rumen y el retículo, Church (1974).

Omaso.- Es un órgano esférico, en su interior se encuentran muchas capas de hojas musculares, cuya mucosa está recubierta de papilas. Se encuentra situada a la derecha del rumen y el retículo, inmediatamente detrás del hígado.

Siendo la función de sus papilas achatadas, de disminuir el tamaño de los vegetales fibrosos antes que entren en el abomaso, Frandson(1976).

Abomaso.- Es la única parte del estómago de los rumiantes que contiene tejido para la secreción de jugos gástricos. Las paredes están recubiertas por muchos pliegues que incrementan la zona de secreción al interior del órgano.

Se encuentra localizado atrás y a la derecha del rumen teniendo epitelio escamoso estratificado y epitelio cilíndrico sencillo, terminando este en el piloro, Etgen y Reavers (1985).

Los intestinos.- El intestino delgado y el grueso representa el verdadero tubo intestinal, se extiende desde el piloro hasta la abertura del ano; en el intestino delgado se distinguen tres partes que son: duodeno ó parte inicial, el yeyuno ó parte media, y el ileon ó parte final, las paredes del intestino delgado están cubiertas por pequeñas vellosidades, Schwarzen (1970).

En los rumiantes adultos la panza y reddecilla representan el 80% del estómago, el librillo 12% y el cuajo el 8%, Roy (1972).

### II.3. Características de los Rumiantes

La característica principal de la fisiología digestiva de los rumiantes es la digestión fermentativa que se lleva a cabo en su estómago. Esta fermentación es posible debido a los siguientes factores según, Dukes y Swenson (1977).

- 1.- Capacidad del estómago.
- 2.- Tránsito lento de la alimentación a través del tracto gastrointestinal.
- 3.- Ambiente líquido amortiguador y cercano a la neutralidad.
- 4.- La eliminación continua de los productos solubles de dicha fermentación.

Los nutrientes que ingresan al estómago se ven sujetos a una digestión fermentativa llevada a cabo por los microorganismos, así como una digestión hidrolítica en el que intervienen los sistemas enzimáticos del animal.

En los rumiantes es de gran valor la digestión fermentativa sabiendo que el metabolismo ruminal cambia la forma y cantidad de los nutrientes proporcionados a él por lo tanto la eficiencia y utilización del alimento es optimizada, Chalupa (1978).

### II.4. Función de los Compartimientos del Aparato

#### Digestivo y sus Mecanismos

Después de entrar al retículo rumen el alimento se mezcla con líquidos ruminales que contienen millones de microorganismos de origen bacteriano y protozoarios, los protozoarios son animales unicelulares que se alimentan de las bacterias y ali-

mentos consumidos.

Estos microorganismos rompen los carbohidratos complejos como la celulosa y hemicelulosa fermentándolos a ácidos de cadena corta, que son los siguientes: Fórmico, Acético, Butírico, Isobutírico, Propiónico y otros de 6 a 8 cadenas. Siendo los más importantes debido a su proporción porcentual (70%, 20%, 10%) el acético, el propiónico y el butírico respectivamente. La importancia de estos es que aportan entre el 70 y 80% de la energía utilizada por el animal, Dukes y Swenson (1977).

En la absorción y su mecanismo se puede señalar lo siguiente: Bath y Dickinson (1982).

1. - El epitelio ruminal es permeable a los ácidos grasos volátiles.
2. - La absorción de ácido acético es más rápida seguida por el propiónico y butírico respectivamente.

Las proteínas que se encuentran en el rumen son digeridas en diferentes formas por los microorganismos. Las cadenas de carbón de las proteínas que se desaminan pueden utilizarse como fuente de energía mediante la fermentación gracias a los microorganismos ruminales, para convertirlos a ácidos grasos volátiles. Los microorganismos del rumen utilizan también los aminoácidos de la desaminación para la síntesis de proteínas microbianas.

Parte de las proteínas que se escapan a la fermentación en el rumen pasan al abomaso y los intestinos donde son digeridos a péptidos y aminoácidos.



El contenido del retículo-rumen pasa por el omaso en camino hacia el abomaso y los intestinos, la función del omaso parece ser principalmente la absorción por presión de agua y ácidos grasos volátiles del contenido estomacal que pasan por él, la acción de las hojas y sus papilas córneas dan como resultado cierta acción de molido y bombea el contenido al abomaso.

Una vez que el contenido llega al abomaso actúan sobre él los juegos gástricos presentes, de las paredes del abomaso se secreta ácido clorhídrico y las enzimas pepsina y renina; el ácido clorhídrico activa la pepsina que a su vez degrada las proteínas en péptidos que son cadenas cortas de aminoácidos.

También es importante la acidez dentro del abomaso (producida por el ácido clorhídrico) que indica al músculo esfínteriano del píloro, entre el abomaso y el intestino delgado, cuando relajarse para permitir que el contenido del abomaso pase a los intestinos.

La secreción de los juegos intestinales y la mayoría de las reacciones digestivas tienen lugar en la porción superior del intestino delgado mientras que la absorción de los productos finales de la digestión se producen en la parte inferior.

Los aminoácidos y péptidos provenientes de la digestión de proteínas y azúcares simples como la glucosa provenientes de la digestión de carbohidratos se absorben directamente en la corriente sanguínea para su transporte a diversos tejidos del cuerpo, Bath Y Dichinson (1982).

La mayor parte de los ácidos grasos producidos durante la fermentación de los carbohidratos, proteínas y lípidos del alimento consumido, en el rumen se absorben a través de la pared ruminal en donde alcanzan los vasos que alimentan la vena aorta, la cual llega al hígado. Se ha encontrado que el 76% de los ácidos grasos volátiles se absorben a través de la pared del rumen, el 19% a través de la pared del omaso y abomaso y el 15% restante llega al intestino, Marynard (1975).

#### II.5. Regulación Natural de pH

La capacidad amortiguadora del pH, se define como el número de moles por litro de hidrógeno requerido para causar un cambio dado en el pH. La capacidad amortiguadora del rumen se determina por la composición química del fluido ruminal, presión parcial del bióxido de carbono y concentración de sales de los ácidos grasos volátiles, Counnotto (1979).

Intervienen también en la amortiguación del pH, compuestos tales como fosfatos y bicarbonatos, estos aportados por la saliva. Los rumiantes secretan grandes cantidades de saliva a partir de 8 tipos de glándulas cuya secreción puede ser serosa, mucosa y mixta. La mixta esta debilmente amortiguada, mientras que las otras dos poseen grandes cantidades de bicarbonato y fosfato; las cantidades secretadas varían mucho.

El alimento influye de manera significativa sobre la secreción de saliva, demostrándose que al incrementar la cantidad de agua en el alimento la secreción baja. La secreción de saliva se eleva al proporcionar alimentos donde el porcentaje

de concentrado es elevado, dependiendo esto de la forma en que sean proporcionados, Bartley (1975) y National Feed Ingredients Association (1979).

Dentro de los mecanismos de regulación de balance ácido-base, se ha hablado de los amortiguadores naturales (fosfatos y bicarbonatos en la saliva) que son los más sensibles a los cambios. Sin embargo, debe considerarse como reguladores auxiliares la respiración que es el medio como se elimina el bióxido de carbono y la eliminación renal de los ácidos grasos no volátiles, Hilwing (1975).

## II.6. Amortiguadores del pH

Diferentes amortiguadores del pH se han utilizado en las raciones proporcionadas a los rumiantes. Por definición los amortiguadores resisten un cambio en el pH aceptando o donando un ión hidrógeno en este sentido estricto.

Entre los principales amortiguadores que se han utilizado tenemos los siguientes: bicarbonato de sodio, óxido de sodio, carbonato de calcio. Se ha demostrado que al suministrar amortiguadores se modifica el pH del fluido ruminal, de la orina y de la sangre, Curch (1969) y Russel et. al. (1980).

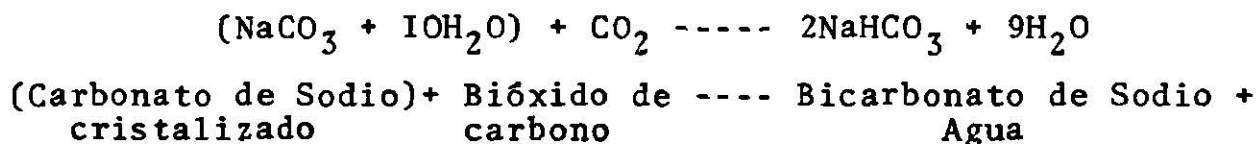
El uso de amortiguadores y modificadores del rumen fue introducido por los investigadores con el objeto de evitar la de presión de la grasa en la leche, sin embargo recientemente se ha encontrado que el uso de amortiguadores se puede usar para facilitar una adaptación a los cambios bruscos de las dietas que se producen inmediatamente después del parto, para aumentar el con-

sumo y digestibilidad, Coppock (1976). También se consigue ma yores niveles de ácidos grasos volátiles y mayores aumentos de peso.

El empleo de estos agentes amortiguadores del pH ruminal, adicionado a las dietas de rumiantes se ha llevado a cabo desde principios de siglo con mayor atención a partir de los 50's principalmente en ganado productor de leche, ya que su alimenta ción consta de alimento balanceado (concentrado) en grandes proporciones y una dieta restringida en forranes, Struud (1985).

#### II.7. El Bicarbonato de Sodio

El bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) fué obtenido por primera vez por Valentín Rose en el año de 1801 de la siguiente manera:



El bicarbonato sódico, también se le conoce con los nombres de: Carbonato Sódico, Carbonato Monosódico, Bicarbonato de Sosa.

Es un polvo blanco cristalino moderadamente soluble en agua a la que comunica carácter alcalino, por lo cual se le considera una solución Buffer, que amortigua los cambios de acidez o el pH de una solución a la que se le añade. El uso de bicarbonato de sodio como amortiguador en el ganado lechero es debido al tipo de alimentación (alta en concentrado y baja en forraje) dichas dietas pueden causar disturbios metabólicos en el ru

men del animal ocasionando una acidez. Este tipo de dietas pueden ser:

- 1.- Raciones ricas en concentrado.
- 2.- Forrajes molidos ó peletizados.
- 3.- Niveles altos de grasa insaturada.

Las que generalmente afectan la función microbológica y bioquímica del medio ambiente ruminal generando principalmente un estado de acidosis casi siempre de tipo subclínico, Dunn (1979).

Para contrarrestar este tipo de problemas se empleó el bicarbonato de sodio, el cual tiene la función de mantener un pH cercano al ideal que es de 6.2 a 6.8, rango óptimo para la digestión de nutrientes, Zavala (1987).

Acción del bicarbonato de sodio como amortiguador.- Como anteriormente se mencionó que los rumiantes digieren el alimento a través de la fermentación microbiana, en el primer estómago o panza, ahí los microorganismos producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles, a medida que fermentan el alimento que consumen, Phelps (1988). Mediante la fermentación del alimento y producción de ácidos grasos volátiles resulta una acidez la cual debe normalizarse o neutralizarse, de otra manera la actividad microbiana puede quedar afectada. Esta neutralización la efectúa la saliva en forma natural como se vió anteriormente, debido a sus sustancias amortiguadoras (Fosfatos, bicarbonato de sodio) .

La saliva puede disminuir debido al tipo de dieta, esta -- produce un decremento en el pH del rumen, lo que trae como consecuencia una menor proporción de ácidos grasos volátiles, Alcaraz (1982). Debido a que se afecta la función microbiológica y bioquímica del medio ambiente ruminal afectando el pH, provocando una acidez, que puede ser regulada con bicarbonato de sodio, Dunn (1979). El cual tiene como función principal de aumentar el pH ruminal, lo cual afecta la fermentación del rumen y cambia la relación de ácidos grasos volátiles; en este caso el bicarbonato actúa como anti-ácido, Duckes (1977).

Los problemas causados por una acidosis metabólica son: Acidosis, atrofia ruminal, atonía abomasal, timpanismo, Caunotte -- (1979).

Esta ocurre cuando el ganado ingiere una cantidad excesiva de alimentos ricos en carbohidratos solubles, ocurriendo en el animal los siguientes cambios, Elama (1976).

- Incrementa el nivel de ácido láctico en el rumen y la sangre.
- Reducción del pH ruminal y sanguíneo.
- Incremento en la presión osmótica ruminal.
- Destrucción de bacterias gram-negativas y proliferación de bacterias gram-positivas.
- Reducción del número de protozoarios.

Este tipo de acidosis se puede presentar en tres formas: aguda, sub-aguda y crónica. Su efecto puede variar desde incapacidad temporal hasta la muerte, Huber (1976).

La atrofia ruminal es consecuencia de la hiperacidez que -

puede deprimir la ingestión de alimento y por consiguiente del crecimiento, Ruley (1985).

La atonía abomasal, es la principal causa de desplazamiento del abomaso. Debido principalmente a una acumulación de gases en la región fundica causada por una dieta con alto contenido de grano, además aumenta la incidencia de timpanismo por la fermentación de amilasa y glucosa, Hart (1984).

#### II.8. Importancia del Uso de Bicarbonato de Sodio $\text{NaHCO}_3$ en Vaquillas de Reemplazo

En años recientes, varios autores como; Strund, et. al. (1985); Counotte et. al. (1979) y Wheeler et. al. (1980) han reportado que la adición de bicarbonato de sodio en las dietas con altos contenidos de granos, ayuda a las vaquillas a evitar acidosis sub-clínica y timpanismo por consiguiente; se obtiene un aumento en la ingestión en materia seca, mayores aumentos en las ganancias de peso y un crecimiento más rápido y por lo tanto se refleja en una disminución de los gastos de crianza por la reducción de los gastos de alimentación en las vaquillas de reemplazo al lograr un crecimiento más rápido y una reproducción temprana, Davis (1975) y Horn (1979).

Los ganaderos que crían sus propios reemplazos obtienen los siguientes beneficios, Horgensen (1978):

- Mayor oportunidad para seleccionar.
- Conocer el valor genético de sus reemplazos.
- Mayor oportunidad de incrementar el nivel productivo del hato.

- Reducción del peligro de introducir enfermedades.
- No se hace un desembolso en efectivo para obtener reemplazos.

Se considera que las vaquillas estan aptas para la primera cubrición a los 15 meses de edad. Pero es más importante el tamaño que la edad de las vaquillas lecheras, para determinar la época de monta, De Alba (1971).

Para lograr un buen desarrollo y crecimiento de las vaquillas, se requiere dar las cantidades apropiadas de materia seca sin exceso para evitar que estas engorden y tengan un buen desarrollo.

El ganado consume diariamente del 2.2 al 3% de su peso en materia seca, esto varía según la proporción concentrado: fo-rraje, edad y estado general de carnes. Los animales más jóvenes o en menos estado de carnes consumen menos materia seca por unidad de peso y lo que dichos animales aumenten de peso, depende de la cantidad de la materia seca que consumen, Bath y Dickinson (1982).

## II. 9. Antecedentes

Evendran (1976) y Kellway (1977) evaluaron los efectos de la adición del 2 al 6% de bicarbonato de sodio en dietas para becerras de reemplazo y observaron un incremento en la inges-tión de alimento de un 21% y una ganancia hasta de un 25% del peso vivo, Kelwawy y Thompson (1977).

Warley y Paterson (1986), utilizando del 1 al 2% de bicar-bonato de sodio en la ración de vaquillas, obtuvieron una mejor ganancia de peso (1.48 vs. 1.35 kg/animal/día) y una mejor conversión alimen-



ticia (4.39 vs. 4.36 ) con respecto al grupo testigo durante los primeros 24 días del experimento. Sin embargo, esta diferencia no se mantuvo hasta el término del experimento, aunque el grupo que recibió bicarbonato de sodio tuvo en general mejores ganancias de peso diario (1.27 vs. 1.20 kg/animal/día) y conversión alimenticia (6.15 vs. 6.53) con respecto al testigo, Warley (1986).

Otra investigación determinó que en los parámetros, ganancia de peso, ingestión de alimento, fueron superiores al testigo con 7 y 15% respectivamente, Russell (1980).

La inclusión de 3, 6 y 9% de bicarbonato de sodio incrementó la ingestión de materia seca con respecto al testigo en 17, 49 y 15% respectivamente, Weeler (1980).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.1. Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo en el Establo Lechero del Campo Experimental Pecuario "El Canadá", de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, el cual se encuentra ubicado en el Km. 3 de la carretera a Colombia, en el Municipio de General Escobedo, N.L.

El cual tuvo una duración de 100 días, del 1º de julio al 10 de octubre de 1988.

#### III.2. Materiales y Metodología

Para la realización del experimento se utilizaron 36 vaquillas de la raza Holstein las cuales tenían un peso inicial promedio de 230 kg por tratamiento con un rango de 140 kg a 300 kg y con una edad promedio de 9 meses con un rango de 6 a 12 meses.

De los 100 días de duración los primeros 10 días se destinaron a un período de adaptación de los animales, el objetivo de este período fué para que los animales se acostumbraran al grupo y a los alimentos que se les asignarian.

Se formaron 4 grupos de 9 animales cada uno, en los cuales no existía mucha diferencia de peso entre los grupos, de estos grupos uno se le denominó testigo y los otros tres fueron asignados a los diferentes tratamientos o niveles de bicarbonato de sodio (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en función del nivel de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) administrado.

Nº Tratamiento	Nº animales	Nivel de Bicarbonato de Sodio
1	9	Sin bicarbonato de sodio
2	9	con 1.0% de $\text{NaHCO}_3$
3	9	con 1.5% de $\text{NaHCO}_3$
4	9	con 2.0% de $\text{NaHCO}_3$

La ración utilizada fué la misma para los 4 tratamientos, variando únicamente la cantidad de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), sus principales ingredientes fueron: sorgo en grano molido, melaza y gallinaza (Ver Cuadro 2A).

Cuadro 2A. Ración tal como ofrecida a las vaquillas para cada tratamiento.

Ingredientes	
Sorgo	79.06%
Melaza	10.29%
Gallinaza	9.37%
Optivit	1.21%
Sal	.07%

El alimento se preparó en la planta de alimentos del campo experimental El Canadá, con el objeto de agregar los niveles de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondientes para cada trata-

miento y obtener una uniformidad en la ración. El concentrado representaba el 70% del alimento a consumir, el 30% restante estaba representado por el forraje el cual consistía en sorgo y maíz forrajero. Se determinó periódicamente el % de materia seca del forraje utilizado.

Los animales se asignaron a los corrales con más o menos las mismas dimensiones, los cuales contaban con comederos y bebederos de las mismas medidas.

El concentrado se proporcionó en la mañana, (70% de materia seca) y por la tarde se dió el forraje (el 30% faltante de materia seca). En el Cuadro 2B, se muestra el análisis bromatológico del concentrado.

Cuadro 2B. Análisis bromatológico del alimento concentrado utilizado.

---

M. S.	87.44 %
Humedad	12.56 %
Cenizas	4.06 %
Nitrógeno	1.69 %
Proteínas	10.60 %
Grasa	3.12 %
Fibra cruda	3.03 %
E.L.N.	77.49 %

---

El consumo de alimento se determinó por corral, cada 7 días midiendo el alimento consumido y rechazado en un lapso de 24 horas y al término del experimento se obtuvo el consumo pro

medio para cada uno de los tratamientos, tanto para el concentrado como para el forraje.

Para determinar el consumo mensual de alimento en base a materia seca durante el período de la prueba, se determinaron los kg de concentrado consumido y en base a su % de M.S. (87.4) se determinaron los kg de materia seca consumida para cada uno de los tratamientos.

Para determinar el consumo mensual de forraje en base a materia seca se tomaron los kg de forraje consumido en base a materia verde, posteriormente con el % de materia seca (30 % materia seca sorgo y 40% materia seca maíz) se obtuvo el % de materia seca consumida del forraje para cada tratamiento.

Con las cantidades mensuales de materia seca consumida para cada tratamiento se determinaron tanto la conversión alimenticia como su eficiencia alimenticia (C.A. y E.A.).

$$C.A. = \frac{\text{kg. de alimento consumido}}{\text{incremento de peso}}$$

$$E.A. = \frac{\text{incremento de peso}}{\text{kg de alimento consumido}} \times 100$$

En cuanto al incremento de peso en todos los animales, es te se calculó tomando el peso inicial y el efectuado cada 28 días durante los 3 meses de duración.

Los datos obtenidos de peso inicial y los pesos mensuales fueron analizados estadísticamente bajo el modelo de bloques al azar. El cual constó de 4 tratamientos y 9 bloques, donde la

unidad experimental era cada animal dando un total de 36 animales.

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

donde:

M= Efecto de la media

T<sub>i</sub>= Efecto de los tratamientos

B<sub>j</sub>= Efecto de bloques

E<sub>ij</sub>= Efecto del error experimental

#### IV. RESULTADOS

No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos para la ganancia de peso en ninguno de los tres meses de prueba, ni en el promedio total (Cuadros 4, 6, 8 y 10).

Sin embargo, los mayores aumentos de peso correspondieron al primer mes (Cuadro 3), se observó que el tratamiento III con 1.15 kg/animal/día fué superior a los tratamientos I y II a los que correspondieron .96 kg/animal/día y por último al tratamiento IV con .91 kg/animal/día.

El mayor incremento de peso (GDP) del tratamiento III con respecto al testigo (I) corresponde a 19.79%.

El mayor consumo de alimento se observó en el tratamiento I (testigo) con 8.5 kg de MS/animal/día. Seguido por el tratamiento III con 8.4 kg y luego el II, IV, con 8.0 kg respectivamente (Cuadro 3).

El consumo de los tratamientos II y IV con respecto al testigo fué menor en 5.88%, lo que indica que el testigo tiende a consumir mayor cantidad de materia seca.

Se observó que la peor conversión alimenticia correspondió a los tratamientos I (testigo) y II con 8.8 kg de alimento/kg de aumento de peso, seguidos por el tratamiento III con 8.3 y por último el IV con 7.3.

En cuanto a la eficiencia alimenticia, se encontró que la mayor eficiencia fué para el tratamiento III con 13.7%, segui-

da por el II con 12.0%, posteriormente por el tratamiento IV con 11.4% y por último el testigo con 11.3%.

Cuadro 3. Efecto del bicarbonato de sodio sobre el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en vaquillas Holstein de reemplazo (1er. mes).

T	Número animales	Peso inicial	Peso final	Cons MS x/día/anim.	GPD	GPT	CA	EA%
1	9	234.0	263.0	8.5	.96	29.0	8.8	11.3
2	9	232.3	261.1	8.0	.96	28.9	8.3	12.0
3	9	230.0	264.5	8.4	1.15	34.5	7.3	13.7
4	9	224.0	251.4	8.0	.91	27.4	8.8	11.4

T = Tratamiento  
 Cons MS = Consumo Materia Seca (kg)  
 GPT = Ganancia Promedio Total (kg)  
 GPD = Ganancia Promedio Diaria (kg)  
 CA = Conversión Alimenticia (kg alim/kg aumento de peso)  
 EA% = Eficiencia Alimenticia

Cuadro 4. Análisis de varianza para incremento de peso por efecto de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondiente al primer mes.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F tab.	
					.05	.01
Tratamientos	3	813.00	271.00	1.20 N.S.	3.01	4.72
Bloques	8	76252.50	9531.56	42.37	2.36	3.36
Error	24	5399.00	224.95			
Total	35	82464.50				

C.V. = 5.8%

N.S. = No Significancia



Durante el segundo mes de la prueba no se encontró diferencia significativa ( $P > .05$ ) para la ganancia de peso (Cuadro 6), pero el tratamiento que tuvo mayores incrementos fué el II con .64 kg/animal/día seguido por el IV con .60 kg/animal/día, el I (testigo) con .35 y por último el grupo III con .31 kg/animal/día (Cuadro 5). El incremento de peso de los tratamientos II y IV con respecto al testigo fué de 82.8 y 71.4% respectivamente.

En cuanto al consumo de alimento se observó el mayor consumo en los tratamientos I y III con 9.1 kg de MS/animal/día seguido por el IV y el II con 9.0 y 8.9 kg respectivamente. Esto último corresponde a 0.1 y 0.2 kg menos de MS/animal/día (Cuadro 5).

Con respecto a la conversión alimenticia tenemos que la mejor conversión fué en el tratamiento II con 13.9 kg de alim/kg de aumento de peso, seguido por el tratamiento IV con 15, el tratamiento I con 26 y por último el tratamiento III con 29.3. El incremento a favor del tratamiento II y el tratamiento IV con respecto al testigo fué de 46.43% y 42.30% respectivamente (Cuadro 5).

Los tratamientos II y el IV obtuvieron la mejor eficiencia alimenticia con 7.2% y 6.6% respectivamente, seguidos por los tratamientos I y III con 3.8% y 3.4% respectivamente.

Cuadro 5. Efecto del bicarbonato de sodio sobre el consumo de alimento y la ganancia diaria de peso en vaquillas Holstein de reemplazo (2do. mes).

T	Número animales	Peso al primer mes	Peso final al segundo mes	Cons.MS x/día/anim.	GDP	GPT	CA	EA%
1	9	263.0	273.6	9.1	.35	10.6	26.0	3.8
2	9	261.1	280.4	8.9	.64	19.6	13.9	7.2
3	9	264.5	274.0	9.1	.31	9.5	29.3	3.4
4	9	251.4	269.6	9.0	.60	18.2	15.0	6.6

T = Tratamiento

Cons.M.S. = Consumo de Materia Seca (kg)

GDP = Ganancia Diaria Promedio (kg)

GPT = Ganancia Promedio Total (kg)

CA = Conversión Alimenticia (kg alim/kg aumento de peso)

EA% = Eficiencia Alimenticia

Cuadro 6. Análisis de varianza para incremento de peso por efecto de la adición de bicarbonato de sodio correspondiente al (2do. mes).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F tab.	
					.05	.01
Tratamientos	3	1214.50	404.83	0.77 N.S.	3.01	4.72
Bloques	8	85659.75	10707.46	20.45	2.36	3.36
Error	24	12562.00	523.41			
Total	35	99436.25				

C.V. = 8.2%

N.S. = No Significancia

Los resultados correspondientes al tercer mes de prueba para el incremento de peso diario no mostraron diferencia estadística entre los tratamientos ( $P > .05$ ) (Cuadro 8). Sin embargo los tratamientos que tuvieron mayores incrementos de peso fueron el IV y el II con .89 y .82 kg/animal/día respectivamente. El incremento de peso diario de los tratamientos IV y II con respecto al testigo fué de 117% y 100% respectivamente (Cuadro 7).

El mayor consumo de alimento fué para el tratamiento I con 10.62 kg de MS/animal/día seguido por el II con 10.34 kg, el III con 10.25 kg y por último el IV con 9.90 kg de MS/animal/día.

En la conversión alimenticia se observó que el tratamiento IV tuvo la mejor conversión con 11.2 kg de alimento/kg de aumento de peso seguida por el tratamiento II con 12.6 kg, posteriormente el tratamiento III con 14.6 kg y por último el testigo ( I ) con 25.4.

Cuadro 7. Efecto de bicarbonato de sodio sobre el consumo de alimento en base a materia seca y la ganancia diaria de peso en vaquillas Holstein de reemplazo (3er. mes).

T	Número animales	Peso inicial	Peso final	Cons. MS x/día/anim.	GDP	GPT	CA	EA%
1	9	273.6	286.2	10.62	.41	12.5	25.4	3.9
2	9	280.4	305.1	10.34	.82	24.6	12.5	7.9
3	9	274.0	295.0	10.25	.70	21.0	14.6	6.8
4	9	269.6	296.4	9.90	.89	26.7	11.2	8.9

T = Tratamiento  
 Cons. MS = Consumo de Materia Seca (kg)  
 GDP = Ganancia Diaria Promedio (kg)  
 GPT = Ganancia Promedio Total (kg)  
 CA = Conversión Alimenticia (kg alim/kg Aumento de peso)  
 EA% = Eficiencia Alimenticia

Cuadro 8. Análisis de varianza para incremento de peso por el efecto de la adición de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondiente al (3er mes).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	F tab.	
					.05	.01
Tratamientos	3	2653.50	884.50	1.11 N.S.	3.01	4.72
Bloques	8	58837.00	7354.62	9.22	2.36	3.36
Error	24	19134.50	797.27			
Total	35	80625.00				

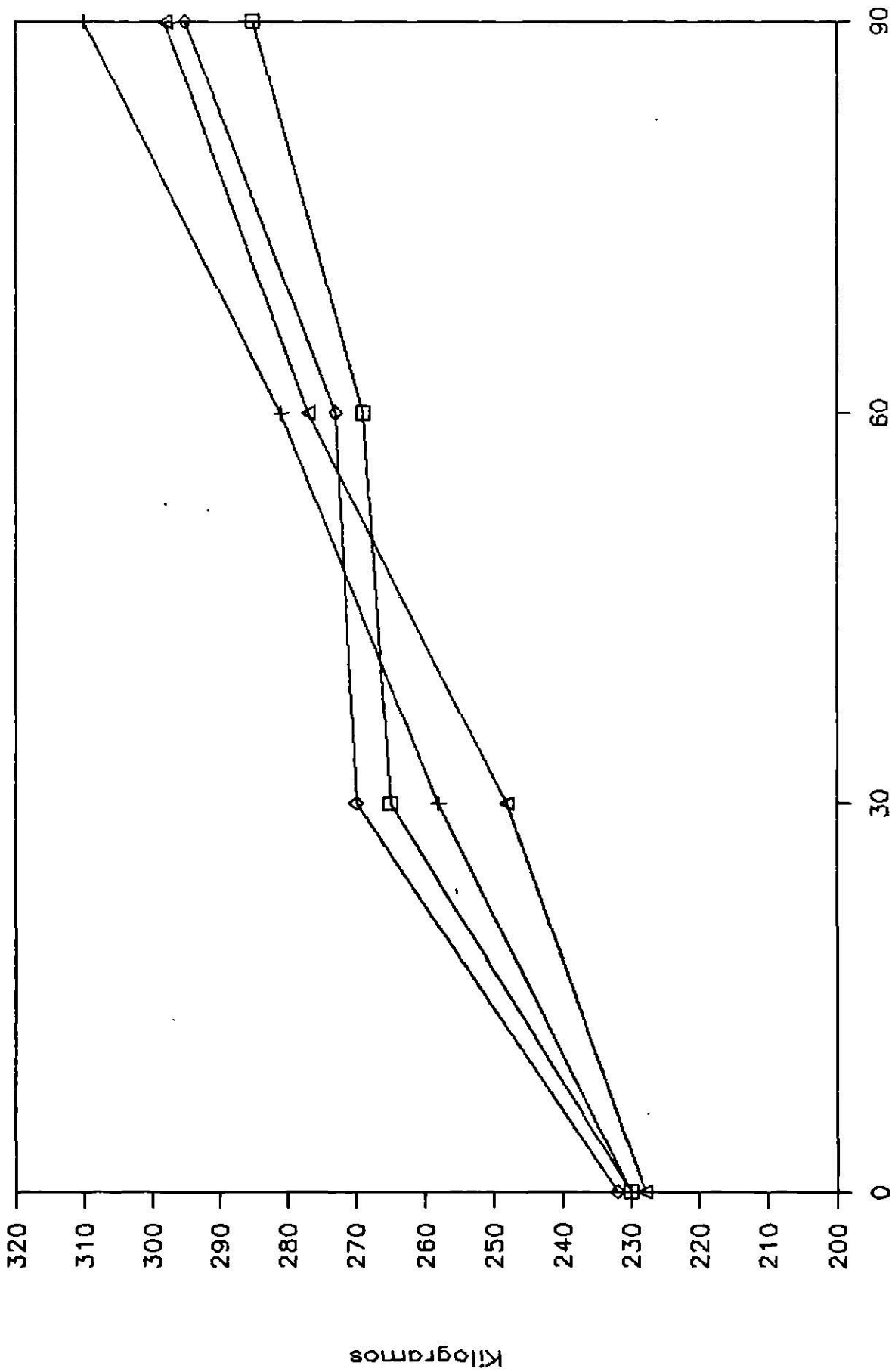
C.V. = 9.4%

N.S. = No Significancia

Los resultados promedio de los tres meses de prueba son los siguientes:

La respuesta de los tratamientos al incremento de peso diario no mostró diferencia estadística entre ellos ( $P > .05$ ) (Cuadro 10), pero se observó que los tratamientos II y IV tuvieron la mayor ganancia con .80 kg/animal/día, seguidos por el III y el I con .72 y .58 kg/animal/día respectivamente (Cuadro 9) (Ver gráfica 1 de los incrementos de peso/tratamiento). El incremento de peso a favor de los tratamientos II y IV con respecto al testigo fué de 37.94% (Cuadro 9).

El consumo de alimento fué mayor en los tratamientos I y III con 9.4 y 9.2 kg de MS/animal/día seguidos por los tratamientos II y IV con 9.1 y 8.9 kg respectivamente (Cuadro 9).



□ T1 0% NaHCO<sub>3</sub>      + T2 1% NaHCO<sub>3</sub>      Días de prueba      ◇ T3 1.5% NaHCO<sub>3</sub>      △ T4 2.0% NaHCO<sub>3</sub>  
Gráfica 1. Evolución del incremento de peso en vaquillas Holstein que recibieron diferentes niveles de Bicarbonato de Sodio (NaHCO<sub>3</sub>) en la dieta.

Cuadro 9. Efecto del bicarbonato de sodio sobre el incremento de peso y el consumo de alimento en vaquillas Holstein de reemplazo, promedios totales.

T	Mes	Nº de anim.	Peso inicial	Peso final	Cons. M.S. x/día/anim.	CDP	GPT	CA	EA%
1	1	9	234.0	263.0	8.5	.96	29.0	8.8	11.2
	2	9	263.0	273.6	9.1	.35	10.6	26.0	3.8
	3	9	273.6	286.2	10.6	.42	12.5	25.4	8.9
	$\bar{x}$	9	256.8	274.3	9.4	.58	17.4	16.2	6.1
2	1	9	232.3	261.1	8.0	.96	28.7	8.3	12.0
	2	9	261.1	280.4	8.9	.64	19.3	13.9	7.1
	3	9	280.4	305.4	10.3	.82	24.6	12.5	7.9
	$\bar{x}$	9	257.9	282.2	9.1	.80	24.2	11.3	8.7
3	1	9	230.0	264.5	8.4	1.15	34.5	7.3	13.6
	2	9	264.5	274.0	9.1	.31	9.5	29.3	3.4
	3	9	274.0	295.0	10.2	.70	21.0	14.6	6.8
	$\bar{x}$	9	256.1	277.8	9.2	.72	21.7	12.8	7.7
4	1	9	224.0	251.4	8.0	.91	27.4	8.8	11.3
	2	9	251.4	269.6	9.0	.60	18.2	15.0	6.6
	3	9	269.6	296.4	9.9	.80	26.7	11.2	8.9
	$\bar{x}$	9	248.3	272.4	8.9	.80	24.1	11.2	8.9

T = Tratamiento

Cons. M.S. = Consumo de Materia Seca (kg)

GDP = Ganancia Diaria Promedio (kg)

GPT = Ganancia Promedio Total (kg)

CA = Conversión Alimenticia (kg alim/kg aumento de peso)

EA% = Eficiencia Alimenticia

Cuadro 10. Análisis de varianza para incremento de peso por el efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) correspondiente al promedio.

F.V.	G.L.	S.M.	C.M.	F	F tab.	
					.05	.01
Tratamientos	3	131.75	43.91	0.15 N.S.	3.01	4.72
Bloques	8	75309.00	9413.62	34.19	2.36	3.36
Error	24	6607.25	275.30			
Total	35	82048.00				

C.V. = 9.1%

N.S. = No Significancia

La conversión alimenticia fué mejor para los tratamientos II y IV con 11.3 kg alimento/kg aumento de peso y 12.2 kg respectivamente, seguida por el tratamiento III con 12.8 y el I con 16.2 kg (Cuadro 9). El incremento a favor de los tratamientos II, IV y III con respecto al testigo fué de 30.8%, 29.8% y 20.7% respectivamente.

En cuanto a la eficiencia alimenticia se encontró que el tratamiento que mostró mayor eficiencia fué el IV con 8.9%, seguido por el II y III con 8.7% y 7.7% respectivamente y finalmente el testigo con 6.1%.

Basándonos en el ritmo de crecimiento promedio obtenido para cada tratamiento; observamos que los días que tardarían las vaquillas en llegar a los 350 kg de peso (peso apropiado para la primera monta) es muy variado (Cuadro 11).

Estos cálculos fueron realizados de la siguiente manera:  
Tomando el peso promedio final de cada uno de los trata-

mientos y considerando el aumento de peso en los 90 días de prueba, se sacó por diferencia los kg de peso faltantes a los 350 kg. Posteriormente se hizo una regla de tres simple para determinar los días faltantes para alcanzar el peso de monta (350 kg).

Por ejemplo para el testigo tenemos un incremento de 52 kg en el período de prueba (90 días) y un peso promedio final de 286 kg, faltándonos 64 kg para llegar al peso de monta, quedando de la siguiente manera:

$$\begin{array}{r} 90 \text{ días} - 52 \text{ kg} \\ \times \quad - 64 \text{ kg} \\ \hline = 110 \text{ días} \end{array}$$

Con los cálculos anteriores se procedió a determinar el ahorro en días y alimento de cada uno de los tratamientos, comparándolos con el testigo (ver Cuadro 12).

Cuadro 11. Cálculo del número de días que necesitan los animales para llegar al peso adecuado de monta (350 kg) por el efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en vaquillas Holstein de reemplazo.

T	Peso inicial	Peso a los 90 días de prueba	Días para alcanzar los 350 kg*
1	234	286	110
2	232	305	56
3	230	295	76
4	224	296	67

T = Tratamiento

\* = A partir del final de la prueba



Cuadro 12. Cálculo del ahorro de alimento que representaría el uso de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en la alimentación de vaquillas Holstein de reemplazo a partir del final de la prueba y en base a los valores observados.

T	Consumo diario MS/anim/día	Ahorro en días para llegar a 350 kg en comp. con testigo	Ahorro de alimento para llegar a 350 kg en comp. con testigo
1	9.4	*	*
2	9.1	54	491.4
3	9.2	34	312.8
4	8.9	43	382.7

T = Tratamiento

\* = Para el testigo se requieren 110 días y 1034 kg de alimento para llegar a 350 kg.

El consumo real de materia seca fué mayor desde el primer mes de prueba para el tratamiento testigo (I) en comparación con los demás grupos que recibieron diferentes niveles de bicarbonato de sodio (Cuadro 13).

El consumo promedio de MS fué menor en 4.1, 3.4 y 1.6% para los tratamientos con 2.0, 1.0 y 1.5% de  $\text{NaHCO}_3$  respectivamente.

Cuadro 13. Consumo real de alimento en base a materia seca por tratamiento (mensual y promedio total).

Mes de prueba	T I (0% $\text{NaHCO}_3$ )	T II (1% $\text{NaHCO}_3$ )	T III (1.5% $\text{NaHCO}_3$ )	T IV (2.0% $\text{NaHCO}_3$ )
1	2292.0	2159.5	2261.8	2177.5
2	2453.1	2400.5	2458.9	2434.9
3	2868.1	2792.9	2768.2	2684.9
$\bar{x}$ total	2537.7	2451.0	2496.3	2432.4

T = Tratamiento

Cuadro 14. Pesos iniciales y pesos mensuales para cada tratamiento en vaquillas de reem-  
plazo Holstein.

T I	Testigo			T II 1.0% (NaHCO <sub>3</sub> )			T III 1.5% (NaHCO <sub>3</sub> )			T IV 2.0% (NaHCO <sub>3</sub> )					
	Peso inicial	Mes 2º	3º	Peso inicial	Mes 1º	2º	3º	Peso inicial	Mes 1º	2º	3º	Peso inicial	Mes 1º	2º	3º
294	318	334	356	286	300	338	358	294	326	341	350	300	334	350	395
286	353	350	370	279	320	320	353	271	314	321	342	263	300	319	344
280	314	329	350	259	293	300	337	260	300	306	347	257	283	300	317
268	300	310	342	242	267	280	300	250	288	295	300	236	250	270	300
239	263	282	300	238	276	300	310	227	269	291	304	231	260	280	306
222	250	263	242	225	250	266	302	213	250	255	294	200	239	255	278
222	242	212	300	200	232	240	272	209	250	250	283	200	226	245	274
152	186	200	216	198	226	280	274	200	234	241	260	189	211	223	250
150	165	183	200	164	196	200	240	144	150	166	175	142	160	185	204

T 2 Tratamiento

## V. DISCUSION

Aumento de peso.

En cuanto a la ganancia de peso, los tratamientos II y IV con 1.0%  $\text{NaHCO}_3$  y 2.0% de  $\text{NaHCO}_3$  los aumentos de peso reportados por estos tratamientos es de 37.93% con respecto al grupo testigo aunque no se reporta diferencia estadística significativa  $P > 0.05$ , los incrementos son mayores que los reportados por Evendran y Kelwawy (1976), quienes reportan un 25% de ganancia de peso, usando niveles del 2 al 6%. Mientras que Warley y Paterson (1986) usando el 2% de bicarbonato de sodio en vaquillas obtuvieron 9.6% de aumento de peso con respecto al testigo.

Probablemente la no significancia se debió a que el número de repeticiones fueron muy pocas y por lo tanto el error experimental fué muy alto como se muestra en los Cuadros de Análisis de Varianza (4, 6, 8 y 10).

Durante el primer período de la prueba, se obtuvieron muy buenos incrementos de peso diarios para todos los tratamientos pero estos no se mantuvieron hasta el final del experimento.

Una observación para el tratamiento III con 1.5% de bicarbonato de sodio  $\text{NaHCO}_3$  en la fase inicial mostró muy buen incremento de peso (1.15 kg/animal/día) el cual posteriormente se vió considerablemente reducido, pudiendo deberse a que el corral que le correspondió tenía una menor área que los demás. Sin embargo, los mayores aumentos de peso se mantuvieron posteriormente en los tratamientos que recibieron bicarbonato de so

dio, esto mismo lo reporta Warley, Paterson (1986), Dunn Emerick (1979); quienes obtuvieron aumentos superiores en los grupos tratados en la fase inicial del experimento y no se mantienen hasta el final.

#### Consumo de alimento.

El consumo durante los 3 periodos del experimento siempre fué mayor para el grupo testigo (0%  $\text{NaHCO}_3$ ) que para los tratamientos con 1.0%, 1.5%, 2.0% de bicarbonato de sodio, lo que indica que existe una disminución en el consumo de alimento.

Olmedo (1981) reportó que el bicarbonato de sodio a un nivel de 0.75% en la ración tal como ofrecida provocó una disminución en el consumo del alimento de 3.8%.

En comparación con lo reportado por Olmedo (1981), Wheeler, et. al. (1980) mencionan que la adición de 3, 6, 9% de  $\text{NaHCO}_3$  en la ración incrementa la ingestión de materia seca en 17, 49, 15% respectivamente. Lo mismo reportaron Wheeler y col. (1979), al dar a becerras una ración peletizada con 5% de  $\text{NaHCO}_3$ , estas tendieron a consumir más alimento que las del grupo testigo con 2.53 vs. 2.37 kg/animal/día.

#### Conversión alimenticia.

La conversión alimenticia fué mejor para los tratamientos que contenían bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) con respecto al testigo. La administración de 2% de  $\text{NaHCO}_3$  en la ración permitió una mejora en la conversión de 30.8% y 29.8% respectivamente.

Sin embargo Warley y Paterson (1986) usando 2% de bicarbonato de sodio  $\text{NaHCO}_3$  obtuvieron únicamente una mejora de 5.2% con respecto al testigo.

Por el contrario, Weeler y col. (1979) suministrando 5% de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) a becerras de reemplazo obtuvieron una menor conversión (3.0 vs. 2.5) con respecto al testigo.

#### Eficiencia alimenticia.

La eficiencia alimenticia para los tratamientos con 1.0% y 2.0% se mejoró en 44.6% y 42.5% con respecto al grupo testigo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Kellway y Thompson (1977), Russel et. al. (1980).

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este trabajo y el análisis de los resultados se puede concluir lo siguiente:

-Los consumos de materia seca fueron altos, sin embargo los animales que no recibieron bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) tendieron a comer más y ganar menos peso lo que significa que tuvieron una conversión de alimento a carne menos eficiente por lo tanto más costosa. En los animales tratados con bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) la conversión alimenticia fué más eficiente, principalmente en los tratamientos con (1.0% y 2.0%) con una conversión de 11.37 y 11.2 respectivamente.

-El efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) a niveles de 1.0% y 2.0% fueron los que presentaron los mejores resultados para los parámetros productivos (Ganancia Diaria de Peso, Conversión Alimenticia, Eficiencia Alimenticia), probablemente debido a una mayor adaptación de los animales y a una mejor digestibilidad de los nutrientes.

-El efecto del bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) sobre el incremento de peso (Ganancia Diaria Promedio) no tuvo efecto significativo entre los tratamientos; sin embargo, existió un incremento de 37.43% en los tratamientos con 1.0% y 2.0% de  $\text{NaHCO}_3$  con respecto al testigo.

En cuanto al aspecto económico se puede mencionar que la administración de 1.0% de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en la ración de vaquillas en crecimiento podría conducir a una reducción en el tiempo para llegar al peso de monta (350 kg), con los aumentos de peso obtenidos con este porcentaje de bicarbonato de sodio las vaquillas tardarían 54 días menos en llegar al peso adecuado en comparación con las que no recibieron bicarbonato de sodio, lo que nos representaría un ahorro de 491.4 kg de alimento en base a materia seca por vaquilla.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Experimental El Canadá, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, el cual se encuentra ubicado en el Km. 3 de la Carretera a Colombia en el Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

Se determinaron los parámetros productivo Ganancia de Peso, Consumo de Alimento, Conversión y Eficiencia Alimenticia, basándose en los resultados tomados durante el experimento, los cuales consistieron en el peso inicial y después se pesaron cada 30 días durante un período de 3 meses, el consumo de alimento se determinó por tratamiento y al término del experimento se obtuvo el consumo promedio de los animales.

A través del análisis de varianza de ganancia de peso se encontró que no existe diferencia estadística, en cuanto a los resultados obtenidos, aunque en la ganancia de peso no existe diferencia estadística significativa se obtuvo que el tratamiento II (1%  $\text{NaHCO}_3$ ) y tratamiento IV (2.0%  $\text{NaHCO}_3$ ) tuvieron un incremento a favor de 37.93% con respecto al testigo, correspondiéndoles .80% kg/animal/día y .58 kg/animal/día respectivamente. Ganando 24 kg mensuales promedio para los tratamientos con 1% y 2% de bicarbonato de sodio y en cuanto al 1.5% se obtuvieron 21.7 kg, mientras que el testigo gano solamente 17.5 kg en promedio.

Se observó mayor consumo en el tratamiento testigo que en los tratamientos a los cuales se les añadió bicarbonato de so-



dio ( $\text{NaHCO}_3$ ) quedando de la manera siguiente: tratamiento I con 9.4 kg/MS/animal/día, seguido por el tratamiento III con 9.25 kg/MS/animal/día respectivamente, lo que representa un 3.19% y un 4.68% más de consumo del grupo testigo contra los tratamientos II y IV (1.0% y 2.0%  $\text{NaHCO}_3$ ) que consumieron 9.1 y 8.9 kg/MS/animal/día respectivamente.

La respuesta de los tratamientos a la conversión alimenticia fué mayor para los tratamientos IV, II y III con 11.2, 11.3 y 12.8 respectivamente, lo que representa 30.86%, 29.81% y 20.98% a favor, con respecto al testigo (16.2).

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alcaraz, R.E. 1982. Efecto de bicarbonato de sodio sobre el porcentaje de grasa en la leche al adicionarlo a la alimentación de vacas Holstein. Tesis de Licenciatura del I.T.E.S.M.
- Bartley, E.E. 1975. Bovine saliva en buffers in rumerant. Physiology and Metabolism. Ed. M.S. Wernberg y A.L. Sheffner. University of Arizona Tucson pp. 61, 67, 71.
- Bath, D.L., Dickinson, F.N., Tucker, H.A., Appleam, R.D. 1982. Ganado lechero principios y prácticas problemas y beneficios. 2a. Edición. Editorial Interamericana. México, D.F.- pp. 145-158.
- Burgstaller, G. 1981. Alimentación práctica de ganado vacuno. Edición Acribia. Zaragoza, España. pp. 12,23,24 y 119.
- Cole, H.H. 1964. Producción Animal. Edición Acribia. Zaragoza, España. pp. 132, 519.
- Coppok, C.E. 1986. Amortiguadores y electrolitos en la alimentación de ganado lechero. 3er Seminario Internacional sobre Ganado Lechero. Monterrey, Nuevo León, México.
- Counnotte, G.A., A. Flooster, J. Van Der Juilen y R. Prins.1979. An analysis of the buffers system in the rumen of dairy ca-

title. J. Anim. Sci. 49:1536-1544.

Chalupa, W. 1978. Control of microbial fermentation rumen. en-  
regulation of acid. base-balance. Edición W.H. Hale y P. -  
Meinhardt. The Copy Center Nutley, New Jersey. p. 81.

Churchy, D.C. 1969. Digestive phisiology and nutrition of ru---  
miantes Vol. III 1a. Edición O.S.U. Book Stores Inc. Carva-  
llis Oregon.

Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los ru--  
miantes. Nutrición práctica. Edición Acribia, Zaragoza, Es-  
paña. Vol. III p. 147.

Davis, R.F. 1975. La vaca lechera. Edición Limusa. México, D.F.  
pp. 114-147.

Dukes, H.H., y Seanson, M. 1977. Fisiología de los animales do-  
mésticos. 2da. Edición. Editorial Aguilar. España.pp. 530-  
650.

Dunn, B.H., Emerick, R.J., and Embry, L.B. 1979. Sodium bicarbo-  
nat in high-concentrate diets, for lambs and stleers. J. -  
Anim. Sci. 48: 764-779.

Elam, C.J. 1976. Acidosis in feedlot cattle. Practical observa-  
tion. J. Anim. Sci. 43: 898-901.

- Erdman, R., Hemken, R. and Bull, L. 1982. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows, effect on production, acid-base metabolism and digestion. *J. Dairy Sci.* 65:712-731.
- Etgen W.M. y Reaves, P.M. 1985. Ganado lechero alimentación y -- administración. 7a. Edición. Editorial Limusa. México, D.F. pp. 76, 80, 81.
- Frandsen, R.D. 1984. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 3a. Edición. Editorial Interamericana. México, D. F. pp. 41, 252, 258, 259, 272.
- Frandsen, R.D. 1976. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. 2da. Edición. Editorial Interamericana. México, D.F. pp. 41, 252, 258, 259, 272.
- Hart, S.P., Polan, C.E. 1984. Effect of sodium bicarbonate and disodium phosphate on animal performance ruminal metabolism digestion and rate of passage in ruminating calves. *J. Dairy Sci.* 67: 2356-2368.
- Hilwing, R.W. 1975. Excretion and renal regulation of neutrality in buffers in ruminant physiology and metabolism. Edición M. S. Weinberg y A.L. Sheffner. University of Arizona, Tucson, pp. 19, 24, 26.

- Horm, G.W., Gordeon, J.L., Prigge, E.C. Owens. 1979. Dietary -- buffers and ruminal and blood parameter of subclinical lactic, acido-dosis. J. Anim. Sci. 48: 683-690.
- Hubert, T.L. 1976. Physiological, effects of acidosis on feed--lotcattle. J. Anim. Sci. 43: 902-908.
- Jorgensen, N.A. y Crowley, J.W. 1978. Replacement dairy calif - and heifer growing programs University of Wisconsin Madi--son Wis. (U.S.A.) pp. 117-119.
- Kay, N.B. y Hobson, P.N. 1963. Reviews of type progress of Dai--ry Scienc. J. Dairy Research. 30: 313-361.
- Kelwawy, R.C., Thomoson, D.S., Beever, D.E. and Osboorn D.F. -- 1977. Efects of NaCl and NaHCO<sub>3</sub> and food intake growtilrate and acid-base balance J. Agric. Sci. 88: 1-9.
- Kromann, R.P. 1975. Buffering capacity as infbenced by dietary - phisical characteristics, en buffers in rumiant, physiology and metabolism. Edición E.S. Weinbery y A.L. Scheffnero. -- University of Arizona, Tucson.
- Maynard, L.A. y Lossli, J.K. 1981. Nutrición animal. 7a. Edición. Editorial Mc. Graw-Hill, México, D.F.

- Mertens, D. 1978. Effects of buffers upon fiber digestion, in--  
regulation of acid base-balance. Edición W.H. Haley P. Mei-  
nhart the copy center, Nutley, New Jersey. pp. 65-73.
- National-Feed Indients Association. 1979. Sodium bicarbonate in  
beet nutrition. NFIA, Iowa.
- Ortiz A.,P.I. 1983. Efectos del bicarbonato de sodio en dietas  
líquidas sobre el crecimiento de becerros Holstein. Tesis  
de Licenciatura.I.T.E.S.M.
- Phelps, A. 1988. Neutralizando la acidez del rumen se aumenta -  
la ingestión de alimento y la producción de leche de mejor  
calidad. Agricultura de las Amércias. Volúmen No. 4. pp. -  
29-32.
- Reaves, P.M. y Pegram, C.W. 1974. El ganado lechero y la indus-  
tria láctea en la granja. 1a. Edición. Editorial Limusa. -  
México, D.F. pp. 94-127.
- Roy, J.H.B. 1972. El ternero manejo, alimentación, nutrición, -  
patología. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 18,21,  
22.
- Ruley, J. 1985. Nutrición y enfermedades metabólicas en bovinos  
en corral. Memorias del Curso Engorda Intensiva de Bovi--  
nos. Chapingo, México (Colegio de Post-Graduado).

- Russel, J.R., Young, A.W., and Jorgen Sen, N.A. 1980. Effect of sodium bicarbonate and limestone additions, to hinh grain-diets on fecal parameteres in finishing steers. J. Anim. - Sci. 51:996-1002.
- Strud, T.E., Williams, J.E., Ledoux, D.R. and Paterson, J.A. -- 1985. The influence of sodium bicarbonate and dehdrated of buffers on steey performance and ruminal characteristics. J. Anim. Sci. 60:551-559.
- Schwarzen, T. 1970. Compendio de anatomía veterinaria sistema visceral. Tomo II. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp.75-80.
- Warley, R.R., Paterson, J.A., Coffey, K.P., Buuman, D.K. and Wi llians, J.E. 1986. The effects of corn silage dry matter - content and sodium bicarbonate addition en nutrient diges- tion and growth by lambs and claves. J. Anim. Sci. 63:1728-1736.
- Wheeler, T.B., Wangsness, P.J., Nuller, L.D. and Griel, L.C. -- 1980. Addition of sodium bicarbonate to complete pelleted-diets. Fedtodaairg. J. Dairy. Sci. 63:1855-1863.
- Zavala, M.A., L.G. Marroquin, 1987. Efectos de suplementación de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) en raciones para ganado de en gorda en corral. Industrias del Alkali, S.A. Boletin No. 2. Monterrey, N.L. México.

