

205  
29



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE  
PARAMETROS PRODUCTIVOS (GDP, CA, EA) EN  
BECERRAS HOLSTEIN EN CONFINAMIENTO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A :  
EZEQUIEL ROSALES MARTINEZ

Asesores: MVZ, MC. Alfredo Kurt Spross Suárez  
MVZ. Armando E. Rivas García MVZ. Jorge Sagardía Ruiz  
MVZ. Raúl Cortez Coronado



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	10
RESULTADOS.....	14
DISCUSION.....	19
CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA.....	24
ANEXOS.....	27

RESUMEN

EZEQUIEL ROSALES MARTINEZ. Efecto del bicarbonato de sodio en la dieta sobre parámetros productivos (GDP,CA,EA) en becerras Holstein en confinamiento. (Bajo la dirección de Alfredo Kurt Spross Suárez, Armando E. Rivas García, Jorge Sagardía Ruiz y Raúl Cortez Coronado).

Este trabajo se efectuó para conocer el efecto del bicarbonato de sodio en la dieta sobre los parámetros productivos, así como, su repercusión sobre las enfermedades digestivas en becerras Holstein entre 2 1/2 y 6 1/2 meses de edad en confinamiento. Se emplearon 60 becerras lotificadas al azar en 3 grupos de 20 animales cada uno, sometidos a 3 tratamientos: TI (0% NaHCO<sub>3</sub>); TII (4% NaHCO<sub>3</sub>); TIII (6% NaHCO<sub>3</sub>) durante 120 días divididos en 3 fases A, B y C. Cada grupo se fue rotando con los tratamientos de tal manera que todos consumieron los 3 tratamientos (Cross-Over). Los resultados muestran que al 4% de NaHCO<sub>3</sub> incrementaron la GDP,CA y EA durante la fase A y B ( $P < 0.05$ ) y en la fase C no hubo efecto favorable ( $P > 0.05$ ). En la ganancia de peso total TII obtuvo un incremento de 11.74% sobre TI; y TI fue superior en 1.6% sobre TIII. En consumo de materia seca total, TII presentó incremento de 0.33% sobre TI y éste fue superior en 4.27% sobre TIII. La conversión alimenticia se incrementó 6.58% y 2.63%, para TII y TIII respectivamente y la eficiencia alimenticia se elevó 11.35% y 2.62% en TII y TIII. En cuanto a enfermedades digestivas se observó que TII y TIII presentaron resultados favorables a las diarreas y

desplazamiento de abomaso , pero desfavorable en meteorismo y cólicos . El costo total de producción de un Kg de carne resulto 8.39% más económico con TII sobre TI. Se concluye en el aspecto económico que el  $\text{NaHCO}_3$  incluido en 4% en el alimento balanceado tuvo efecto promotor.

## INTRODUCCION

La nutrición y alimentación se encamina a obtener mayor producción de leche y carne mediante el uso de agentes aditivos que no perjudiquen la salud de los animales ni tengan efectos residuales en los derivados obtenidos de ellos.

Uno de los grandes problemas en México es la escasa disponibilidad per cápita de alimentos de origen animal, siendo varios los factores que influyen en esto, como la explosión demográfica que se incrementa en forma acelerada y los productos agropecuarios en forma lenta (6).

La mortalidad bovina y en particular de los bovinos jóvenes para reemplazo en los hatos lecheros frena la producción de la industria láctea. Dentro de las principales causas de muerte en los animales destinados para recría tenemos entre otros: Los de carácter digestivo y respiratorio (7,14,24,30). El hombre buscando satisfacer la demanda de alimentos ha alcanzado un alto nivel de tecnificación en la explotación intensiva.

Actualmente la ganadería se practica cada vez más en forma intensiva para obtener mayor producción por animal y una mejor eficiencia de producción, lo cual ha estimulado esfuerzos para maximizar la energía consumida por el ganado bovino, proporcionando dietas con altas cantidades de grano e ingredientes que pueden provocar, con frecuencia trastornos digestivos (ej. acidosis ruminal) afectando los parámetros productivos.

Esto ha motivado que a partir de los años 50's se haya intensificado la utilización en las dietas, de diferentes agentes amortiguadores del pH ruminal, empleando productos tales como: Bentonita, Hidróxido de sodio, Oxido de magnesio, Polvo de cemento, entre otros; pero los estudios más importantes se han hecho con el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) (9).

Existen numerosas investigaciones de la utilización del bicarbonato de sodio en diferentes formas, que van desde su mezcla en calostros para becerros recién nacidos, hasta la suplementación en los alimentos balanceados, forrajes y ensilados para vaquillas, vacas lecheras y ganado en engorda (\*)

#### ANTECEDENTES

En becerros recién destetados se ha demostrado que la suplementación de bicarbonato de sodio en la ración, aumenta el consumo de alimento con el consecuente aumento de peso y crecimiento (\*). Varios autores (13,29), indican que la adición de  $\text{NaHCO}_3$  en dietas altas en grano, ayuda a las becerras a evitar la acidosis ruminal, por consiguiente aumento de la ganancia de peso, baja incidencia de meteorismo y desplazamiento de abomaso.

En la literatura (1,3), se informa, que el desplazamiento de abomaso es frecuente en bovinos productores de leche, en el período pre y posparto por ciertos factores predisponentes, entre otros:

\* Marroquín, L.G., Zavala, M.A.: Boletín Informativo sobre Bicarbonato de sodio ganadero Núm. 1.

- Dietas a base de alimento balanceado y ensilado de maíz.
- Retención placentaria.
- Ulceras abomasales.
- Parálisis vagal.
- Cambios de pH ruminal.

El uso del bicarbonato de sodio todavía no es común en México. En otros países su empleo en las raciones del ganado productor de carne y de leche es rutinario en concentraciones que varían de 0.5% hasta 10% (2,18).

Harrison y col. (12), mencionan una mejor eficiencia de síntesis de proteína microbiana ruminal e incremento de aminoácidos totales en el intestino delgado, ocurriendo una mayor absorción, produciendo así aumento de peso y crecimiento de los animales, con la adición de bicarbonato.

En algunos estudios se ha observado que con el empleo de  $\text{NaHCO}_3$  se puede aumentar el consumo de materia seca de 1.2 a 2.2 Kg/animal/día (8,19,20,23).

Curran y col. (4), estudiaron los efectos del  $\text{NaHCO}_3$ , dado a libre acceso a terneras Holstein de 3 a 7 meses de edad, alimentadas con heno ó ensilado de Ray Grass, y observaron ganancias de peso superiores en 11% , consumiendo 24% más de ensilado y 13% más de materia seca.

G.C. Okeke y J.G. Buchanan-Smith (22), adicionando 15g de bicarbonato de sodio por Kg de materia seca a becerras Holstein de 12 semanas de edad obtuvieron ganancias de peso de 1.15 Kg/animal/día, siendo superior sobre los testigos

(1.02 Kg/animal/día); por otro lado el consumo de materia seca y conversión alimenticia fue de 4.03 Kg/animal/día y 3.52 respectivamente para los animales con  $\text{NaHCO}_3$  mientras que los testigos consumieron 3.69 Kg/animal/día y conversión alimenticia de 3.61.

En novillos cruza de Brahman Americano y Santa Gertrudis la adición de 50g/animal/día de  $\text{NaHCO}_3$  en el alimento a base de concentrado y cascarilla de algodón no tuvo efectos en los aumentos de peso, pero si en la eficiencia y conversión alimenticia requiriendo menos alimento por kilogramo de carne producido (16).

Kellwawy (17) incluyendo 2 a 6% de  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta de becerras de 6 a 12 semanas de edad para reemplazo, observó aumento en el consumo de alimento de 21% y ganancias de peso del 25% (20). En otras investigaciones los parámetros productivos fueron entre el 7 al 15% superiores a los testigos (25).

Kilmer y Snider al adicionar 3, 6 ó 9% de  $\text{NaHCO}_3$  (11, 20 y 29g de Na/Kg de materia seca), observaron que se incrementó el consumo de alimento y la ganancia de peso sobre los grupos testigos (20).

Investigaciones en Tamaulipas por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (\*\*\*) muestran que la adición de 0.5% y 1% de  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta de animales Santa Gertrudis, favoreció respectivamente en 12 y 15 Kg más

\*\*\* Marroquín, L.A.; Zavala, L.A.: Efectos de la suplementación de bicarbonato de sodio. Boletín informativo sobre el bicarbonato de sodio Num. 2.

de peso, y se obtuvo una mejor eficiencia de conversión de los animales tratados sobre los no tratados.

R.R. Warley y J.A. Paterson (26) administrando 1.2% de  $\text{NaHCO}_3$  en la ración de vaquillas, obtuvieron mejores ganancias en 9.6% (1.48 vs 1.36 Kg/animal/día), y conversión alimenticia de 4.39 vs 4.63 con respecto al grupo testigo en los primeros 28 días experimentales; sin embargo, ésta diferencia no se mantuvo hasta el término del experimento, aunque el grupo que recibió  $\text{NaHCO}_3$  tuvo mejor ganancia diaria de peso (1.27 vs 1.20 Kg/animal/día) y conversión alimenticia (6.15 vs 6.53) con respecto al testigo.

Huntington y col. (15) describen que el  $\text{NaHCO}_3$  mejora la ganancia y eficiencia alimenticia durante la adaptación inicial a una dieta alta en concentrado, pero esta ventaja no fue mantenida durante los 98 días de alimentación.

T.B. Wheeler y col. (29) durante dos pruebas con becerras Holstein alimentadas con 5% de  $\text{NaHCO}_3$  de inclusión en la dieta obtuvieron resultados menores en la ganancia de peso (0.96 vs 1.04 Kg/animal/día) y conversión alimenticia (3.40 vs 2.84) comparada con los testigos.

Wheeler T.B. y col. (28) alimentando becerras con una ración completa pelotizada, a la cual incluyeron 5% de  $\text{NaHCO}_3$  no favoreció la ganancia diaria de peso (0.84 vs 0.92 Kg/animal por día) y conversión alimenticia (3.0 vs 2.5), con respecto a los testigos y tendieron a consumir más alimento los animales que recibieron  $\text{NaHCO}_3$  (2.53 vs 2.37 Kg/animal/día).

En estudios más recientes con  $\text{NaHCO}_3$  (11) la inclusión de 1.5 y 2% en la dieta de becerros Holstein, reportan, que mejoró la ganancia de peso en 2.67% y 8.35%, así como la conversión alimenticia en 0.77% y 4.95% respectivamente sobre el grupo testigo.

#### JUSTIFICACION

La gran importancia de los aditivos en la nutrición animal principalmente en la recria de becerros Holstein ha motivado la utilización del bicarbonato de sodio en dietas de becerros de 2 1/2 a 6 1/2 meses de edad por las funciones siguientes: Amortiguador del pH ruminal, incrementa los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia), su bajo costo y por ser fácilmente eliminado por el organismo.

## OBJETIVOS

1- Determinar el nivel más adecuado del  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta de becerros en desarrollo I.

2- Evaluar el efecto del  $\text{NaHCO}_3$  suplementado, sobre la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), conversión y eficiencia alimenticia (CA,EA).

3- Evaluar la interacción entre el  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta de becerros y presentación de enfermedades digestivas.

4- Realizar el análisis de costo-beneficio del  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta.

## HIPOTESIS

El bicarbonato de sodio en la dieta mejora la ganancia de peso, la eficiencia y conversión alimenticia, así mismo disminuye la presentación de enfermedades digestivas en becerros Holstein entre 2 1/2 y 6 1/2 meses de edad.

## MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la etapa de Desarrollo I del Centro de Recría del Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca (C.A.I.T) localizado en el municipio del mismo nombre, estado de Hidalgo, en el Km 57 de la carretera federal No.85 México-Pachuca. Sus coordenadas son 19°50' latitud norte y 99°58' longitud Oeste del meridiano de Greenwich, su altura sobre el nivel del mar es de 2109 m con clima C(Wo),b(e)g que es el más seco de los climas subhúmedos, con una temperatura media de 16.3°C y precipitación pluvial promedio anual de 603 mm (10).

MATERIAL BIOLÓGICO: se utilizaron 60 becerras Holstein con edad promedio aproximada de 76 días y peso promedio de 58 Kg, asignados totalmente al azar en 3 lotes de 20 animales, cada lote se mantuvo en confinamiento durante un período de 15 días de adaptación y 106 días experimentales. El alimento proporcionado fue una ración balanceada a base de:

Kg materia seca/animal/día

Alimento balanceado-----	1.6
Alfalfa de aguante-----	1.1
Avena heno-----	0.3
Ensilado de maíz-----	0.1
Cascara de cítrico-----	0.04
Melaza-----	0.1
Sales minerales-----	Ad libitum.

Siendo una relación aproximada de 54:46, alimento balanceado : forraje respectivamente administrada una vez al

día. Los animales hasta los 4 meses de edad consumieron alimento balanceado con 18% de proteína cruda (PC).; de los 4 meses de edad en adelante consumieron alimento balanceado con 16% PC.

EQUIPO: se emplearon 3 corrales tipo rectangular de 4 m de largo por 3.5 m de ancho con piso de cemento, comedero tipo canoa de 4 m de largo y un bebedero automático por corral con capacidad de 110 litros.

METODOLOGIA: las becerras se pesaron individualmente por la mañana y en ayunas al inicio de la prueba y posteriormente cada 15 días hasta finalizar el tratamiento. Durante 30 días los grupos consumieron una de las dietas (TI, TII, TIII), se dejaron 8 días de descanso y se rotaron los tratamientos de tal manera que cada lote fue evaluado con los tres tratamientos (Cross-Over).

Los comederos se limpiaron diariamente antes de proporcionar la ración, se recogió el sobrante, se pesó y se registró por corral. Al terminar el experimento se obtuvo el consumo promedio por grupo de animales.

La conversión alimenticia se determinó por el consumo de alimento sobre el aumento de peso corporal y de manera inversa se obtuvo la eficiencia alimenticia. Se tomó en cuenta los días que los animales presentaron enfermedades de las vías respiratorias (neumonías, traqueitis, rinitis) y digestivas (desplazamiento de abomaso, acidosis ruminal, dilatación abomasal, meteorismo, etc.). Se realizó un

análisis de costo-beneficio por tratamiento considerando consumo de alimento y ganancia de peso.

El diagnóstico de las enfermedades se hizo por examen clínico individual de los animales.

La prueba se hizo en condiciones rutinarias de manejo, es decir, sin modificar alguna de sus actividades.

#### TRATAMIENTOS

Tratamiento I- 0% de bicarbonato de sodio (grupo testigo).

Tratamiento II- 4% de inclusión de bicarbonato de sodio en el alimento balanceado.

Tratamiento III- 6% de inclusión de bicarbonato de sodio en el alimento balanceado.

El bicarbonato de sodio se adicionó al alimento balanceado (pellets) al momento de elaborarse.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Los datos que se obtuvieron de cada una de las variables fueron analizados estadísticamente por separado, aplicando los siguientes métodos estadísticos:

- Métodos descriptivos: se incluyeron cálculos numéricos (Medidas de Tendencia Central y de Dispersión).

Se utilizó una regresión múltiple reparametrizada para los efectos de tratamiento y lote, de acuerdo con Weber (27).

Análisis de regresión utilizando el siguiente modelo:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + E.$$

Donde:

Y= El peso esperado al salir de la fase

x1 a x3= Efectos de tratamiento

x4 a x6= Efectos del lote experimental

x7= Peso de ingreso a cada fase

E= Error.

## RESULTADOS

GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP): (cuadro No.1) Durante la fase A, el grupo testigo mostró diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en la ganancia de peso (0.713 Kg/animal/día) con respecto al grupo que consumió 6% NaHCO<sub>3</sub> (TIII) (0.637 Kg/animal/día), lo que representó un incremento de 11.93%, no así con el grupo que consumió 4% NaHCO<sub>3</sub> (TII) (0.717 Kg/animal/día) donde este último obtuvo un incremento de 0.56% sobre el grupo testigo.

En la fase B se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en la respuesta en ganancia de peso de TII (0.617 Kg/animal/día) con respecto al grupo testigo (0.457 Kg/animal/día) siendo un incremento de 35.01% del grupo con NaHCO<sub>3</sub> sobre el testigo; el grupo con 6% NaHCO<sub>3</sub> obtuvo un incremento de 8.75% (0.497 Kg/animal /día) sobre TI.

En la fase C no se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) en la respuesta en ganancia de peso entre los grupos; sin embargo, la mayor ganancia se presentó en TII (1.207 Kg/animal/día) con incremento de 9.43% sobre el grupo testigo (1.103 Kg/animal/día).

En la ganancia de peso total se observó que la mejor respuesta fue para TII (0.847 Kg/animal/día) sobre el grupo testigo (0.758 Kg/animal/día) obteniendo 11.74% de incremento en ganancia de peso a favor de TII; sin embargo, el grupo testigo presentó incremento en la ganancia de peso de 1.6% sobre TIII.

CONSUMO DE MATERIA SECA (CMS): (cuadro No 2) durante la fase A se observó que el mayor CMS fue para el grupo testigo (2.661 Kg/animal/día), seguido por TII (2.518 Kg/animal/día) y por último TIII (2.236 Kg/animal/día), obteniendo un incremento a favor del grupo testigo, sobre los que recibieron TII y TIII, de 5.68% y 19% respectivamente.

En la fase B se observó que el mayor CMS fue para TII (3.304 Kg/animal/día), seguido por TIII (3.013 Kg/animal/día) y por último el grupo testigo (2.914 Kg/animal/día) obteniendo un 13.38% y 3.39% de incremento en consumo de TII y TIII respectivamente sobre el grupo testigo.

Durante la fase C el mayor CMS observado fue para el grupo testigo con 4.366 Kg/animal/día, seguido por el que consumió 6% NaHCO<sub>3</sub> (4.286 Kg/animal/día), por último el del 4% NaHCO<sub>3</sub> (4.152 Kg/animal/día) por lo que el grupo testigo obtuvo un incremento a favor en CMS de 5.15% y 1.72% sobre los grupos que consumieron TII y TIII respectivamente.

En el consumo de materia seca total, se observó que TII consumió más alimento (3.325 Kg/animal/día) con incremento de 0.33% sobre el grupo testigo (3.314 Kg/animal/día), sin embargo, el grupo testigo fue superior en 4.27% con respecto a TIII.

CONVERSION Y EFICIENCIA ALIMENTICIA (CA,EA): (cuadro No 2). En la fase A la mejor respuesta observada para estas variables fue para los grupos que consumieron NaHCO<sub>3</sub>, los que obtuvieron 3.512 y 3.510 de conversión y de 0.285 y 0.285 de eficiencia alimenticia para TII y TIII respectivamente,

obteniendo 6.26% y 6.74% de incremento en conversión y 6.26%;6.74% en eficiencia alimenticia respectivamente con TII y TIII sobre el grupo testigo, que mostró una conversión de 3.732 y eficiencia alimenticia de 0.267..

En la fase B se observó que la mejor conversión y eficiencia alimenticia fueron para TII con 5.355 y 0.187 respectivamente, seguido por TIII con 6.062 y 0.165 y por último, el testigo con 6.376 y 0.157, presentando los grupos TII y TIII, un incremento de 19.06% y 5.17% en conversión con 19.10% y 5.09 en eficiencia alimenticia respectivamente sobre el testigo.

Durante la fase C la mejor conversión y eficiencia alimenticia fue para TII con 4.152 y 0.291 respectivamente seguido por TIII con 4.286 y 0.258, por último el grupo testigo con 4.366 y 0.253 lo que representa un incremento de 15.09% y 1.95% en conversión como 15.01%;1.97% en eficiencia alimenticia para los grupos TII y TIII respectivamente, sobre el testigo.

La conversión y eficiencia alimenticia total fue mejor para TII, con 4.102 y 0.255 respectivamente, seguido por TIII con 4.26 y 0.235 y por el grupo testigo con 4.372 y 0.229. El incremento total en conversión alimenticia fue de 6.58% y 2.63% como de 11.35% y 2.62% en eficiencia alimenticia de los grupos TII y TIII, respectivamente, sobre el testigo.

#### PRESENTACION DE ENFERMEDADES: (cuadro No.3

.- Cólicos: en el grupo TI en las fases A, B, C dos becerros presentaron cólicos resultando ser menor el número

de animales comparado con los grupos que recibieron TII y TIII donde hubo 4 becerras con este problema en cada uno.

- Desplazamiento de abomaso: En los grupos que recibieron bicarbonato de sodio en las fases A, B, C la respuesta a esta variable fue nula, no así, el grupo con TI donde se presentó un caso.

- Meteorismos: En los grupos que recibieron bicarbonato de sodio la respuesta al meteorismo fue mayor, presentandose 7 y 10 casos para TII y TIII, respectivamente, comparado con 5 casos para TI. El número de días que presentaron el problema fue mayor en los grupos que consumieron  $\text{NaHCO}_3$ .

- Diarreas: Se observó que el grupo con TI en las fases A, B, C presentó 3 casos, siendo mayor el número de enfermos, así como de días con el problema, comparado con los grupos TII y TIII donde se presentó un caso por grupo.

- Neumonías: Se observó que en los grupos con TI y TIII la respuesta a las neumonías fue mayor, presentandose 12 y 13 casos respectivamente; no así, en el grupo con TII donde existieron 9 casos, sin embargo, fueron más los días enfermos en este último grupo.

#### ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL EMPLEO DE $\text{NaHCO}_3$

(cuadro No.4)

En el análisis económico de la prueba se observó que el mayor costo de consumo de alimento fue para el grupo con TII (\$1'851,468.40), en segundo lugar TIII (\$1'775,994.20), y por último el grupo testigo (\$1'722,405.66); sin embargo, la utilidad neta favoreció al grupo con TII (\$3'113,281.60),

seguido por TIII (\$2'600,755.80) y el testigo con \$2'509,094.34.

El costo total de un Kg de carne, por concepto insumo alimento, resultó más económico en el grupo que recibió TII (\$1,305.12), seguido por TIII (\$1,420.24) y por último el grupo testigo (\$1,424.64).

Expresado en porcentaje, el grupo que recibió TII y TIII económicamente resultó en 8.39% y 0.31% más barato producir un kilogramo de carne respectivamente comparado con el testigo.

## DISCUSION

GANANCIA DIARIA DE PESO: los resultados obtenidos con inclusión de 4% NaHCO<sub>3</sub> fueron positivos para la ganancia de peso, lo cual coincide con algunos investigadores (15,20,25,26); sin embargo, fueron inferiores a los obtenidos por G.C. Okeke, 1982 (22); Kellwaw, 1977 (17), pero superiores a los mencionados por Gómez Vergara, 1986 (11); K.E. Curnick, L.D. Muller, 1983 (5). Por otro lado los resultados obtenidos con el 6% NaHCO<sub>3</sub> fueron inferiores globalmente a los del grupo testigo, lo cual coincide con T.B. Wheeler, L.D. Muller, 1980 (29); Wheeler T.B. y col. 1979 (28). Lo último se debe posiblemente a un alto nivel de NaHCO<sub>3</sub> con lo que tiende a una alcalosis metabólica subclínica lo que acarrea un decremento en consumo de alimento (17,20); aunado a una menor producción de ácido propiónico (30) el cual es glucogénico e importante para la producción de carne.

CONSUMO DE ALIMENTO: los resultados para esta variable fueron superiores ligeramente en el grupo que consumió 4% NaHCO<sub>3</sub> sobre el testigo lo cual confirma lo que unos investigadores obtuvieron (20,28); G.C. Okeke, 1982 (22); sin embargo, fueron inferiores a los obtenidos por Kellwaw, 1977 (17); Russel J.R., 1980 (24); Curran y col., 1973 (4) y otros investigadores (8,19,23).

EFICIENCIA Y CONVERSION ALIMENTICIA: los resultados observados para los grupos que consumieron NaHCO<sub>3</sub> fueron positivos para esta variable, los cuales concuerdan con los obtenidos por Kellwaw, 1977 (17); Russel, J.R., 1980 (25);

Marroquín, L.G. (\*\*); R.R. Warley J.A., 1986 (26); Huntington G.B., 1977 (15); Curran y col., 1973 (4) y superiores a los obtenidos por Juárez Ríos, 1982 (16); Gómez Vergara, 1986 (11); K.E. Curnick, 1983 (5); T.B. Wheeler, 1980 (29) e inferiores a los obtenidos por G.C. Okeke, 1982 (22).

El rendimiento en ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia que presentó el grupo que consumió 4% NaHCO<sub>3</sub>, fue mejor durante los dos primeros meses experimentales, los demás días se mantuvieron similares en todos los grupos. Varios autores (5,15,26) afirman que los efectos benéficos del NaHCO<sub>3</sub> sobre los parámetros productivos (GDP, CA, EA), ocurren con mayor frecuencia antes del destete e inmediatamente después del destete, esto se debe a que existió una mejor adaptación a esa cantidad de NaHCO<sub>3</sub> por lo que aumenta el grado de dilución (mejora la eficiencia de la síntesis proteica bacteriana) y el período de rumia, lo que acarrea un mayor suplemento de nutrientes al intestino delgado, además de que se mejora la digestión de la fibra en el rumen, así como la digestión de los almidones en el intestino delgado (20); sin embargo, los resultados obtenidos fueron bajos, posiblemente por que la relación forraje:alimento balanceado (46:54) fue alta y se menciona en la literatura (21), que donde la alfalfa es la parte principal del forraje, no se obtienen resultados muy favorables, por poseer muy buena capacidad amortiguadora natural debido al contenido alto de calcio.

---

\*\* Marroquín, L.G; Zavala, M.A: Boletín Informativo sobre Bicarbonato de Sodio Ganadero No.2.

ENFERMEDADES: Se observó que la presentación de cólicos por dilatación cecal fue con mayor frecuencia (4 casos) en los grupos que consumieron  $\text{NaHCO}_3$ ; sin embargo, no hay reportes que expliquen la causa, pero posiblemente se deba a una inadecuada adaptación de las bacterias ruminales (ya que el problema se presentó al inicio del experimento) por lo cual hubo una disminución de la flora microbiana y así el alimento balanceado no alcanzó a ser digerido totalmente, de esta manera al pasar al ciego se fermenta y puede producir el problema. Respecto a las diarreas, se observó que el grupo con TI (testigo) presentó 3 casos comparado con los que recibieron  $\text{NaHCO}_3$  (un caso) lo cual puede ser debido a que el bicarbonato de sodio tiene cierta actividad bacteriostática (20), inhibiendo en cierta forma el crecimiento de flora microbiana patógena.

En cuanto a desplazamiento de abomaso, en los grupos que consumieron  $\text{NaHCO}_3$  no se presentó ningún caso, mientras en el testigo se observó uno, esto corrobora lo mencionado por varios investigadores (1,3), que los amortiguadores aumentan el pH ruminal, evitando así la acidosis y atonía ruminal predisponiendo al desplazamiento de abomaso, entre otras causas.

Por otra parte los meteorismos se observaron más en los grupos que consumieron bicarbonato de sodio que en el testigo. Estos resultados no concuerdan con otras investigaciones (12,24), donde mencionan que con el uso de  $\text{NaHCO}_3$  se baja la incidencia de meteorismo por evitar la

acidosis ruminal y parálisis vagal. Posiblemente la presentación de meteorismo, puede ser causa de alcalosis metabólica subclínica (17,20), que produjo parálisis vagal, ya que conforme se aumentó el porcentaje de  $\text{NaHCO}_3$ , aumentaron los casos.

En cuanto a presentación de neumonías no hay reportes que mencionen si tiene efecto el bicarbonato de sodio sobre esta alteración, pero se piensa que es muy poco e indirectamente, ya que en todos los grupos se observaron animales enfermos, aunque en el grupo con 4%  $\text{NaHCO}_3$  hubo menos casos. Posiblemente esto se deba a que como fueron los que obtuvieron mejor rendimiento en parámetros productivos, también presentaron una mejor respuesta a los agentes patógenos por estar en buenas condiciones de salud.

## CONCLUSIONES

1- El nivel de inclusión de 4% de  $\text{NaHCO}_3$  en la dieta, incrementó parámetros productivos (GDP, CA, EA) durante la fase A y B ( $P < 0.05$ ) del experimento. En la fase C, los resultados no fueron favorables para los grupos con  $\text{NaHCO}_3$  ( $P > 0.05$ ).

2- El bicarbonato tuvo efectos benéficos en la disminución de diarreas y desplazamiento de abomaso, no así en la presentación de meteorismo y cólicos en becerras de 2 1/2 a 6 1/2 meses.

3- Económicamente, resultó 8.39% más barato producir un kilogramo de carne, adicionando 4% de bicarbonato de sodio en el alimento balanceado de becerras Holstein.

Los consumos de alimento fueron bajos en general, sin embargo, el grupo testigo tendió ligeramente a consumir más alimento y ganar menos peso comparado con el grupo que consumió 6%  $\text{NaHCO}_3$ , por lo que fue menos eficiente en la producción de carne.

Se sugiere repetir la prueba y utilizar niveles intermedios de bicarbonato de sodio de los aquí empleados, a fin de medir su eficiencia de utilización.

## LITERATURA CITADA

- 1- Braking H.J. and Ruyten T. Abomasal Displacement in Cattle influence of, concentrates in the ration of fatty Acid concentrations in ruminal abomasal, and duodenal contest. Am. J. Vet. Res. 37: 10; 1131-1184 (1976).
- 2- Brethour J. Sodium bicarbonate in high wheatrations fed to steers. Reported in doanés ag. Report 236 Kansas State University. (1977).
- 3- Cappock L.E. Displaced abomasum in Dairy Cattle; Etiological Factors. Journal of Dairy Science, 57: 926-933 (1973).
- 4- Curran L.P.; M.J. Murphy; P.S. Caffrey and P.O. Brophy. Studies on the nutrition of the early-weaned calf. 2. Effect of roughage source, sodium bicarbonate and meal supplementation on performance from there to seven months of age. Ireland Dept. Agric. and fishenes J. 70: 135-144 (1973).
- 5- Curnick, E.K; L.D. Muller J.A. Rogers T.S. Snyder and T.F. Sweeney. Addition of sodium bicarbonate to calf starter rations varying in protein percent. J. Dairy Sc. 66: 2149-2160 (1983).
- 6- De Alba J. Panorama Actual de la Ganadería Mexicana; Memorias del Seminario Internacional de Ganadería en los Trópicos, Financiamiento de la producción. Acapulco, Gro. 1976. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, 1976.
- 7- Dirksen G. y Hoffmann W.: Problemas Actuales de Veterinaria Surgidos con motivo de la Recría y del Engorde del Ternero. Noticias Médico Veterinarias 1: 3-33 (1974).
- 8- Erdman R.; Hemken R. and Bull L: 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 (1982).
- 9- Finn R.: Low-quality forages improve with alkali treatment. Feedstuffs. 32: 33-34 (1979).
- 10- García Enriqueta: Modificaciones del Sistema de Clasificación, Climática de Köopen. Instituto de Geografía; Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1979.
- 11- Gómez Vergara Luis; Efectos del bicarbonato de sodio dietario en becerras Holstein de 6 meses de edad bajo sistema de confinamiento. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1986.

12- Harrison, D.G.; D.E. Beever; D.J. Thomson, and D.F. Osbourn. Manipulation of rumen fermentation on sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. J. Agric. Sci. Camb. **85**: 93-101 (1975).

13- Hart S.P; Polan, C.E.: 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 (1984).

14- Hernández Cerón J.; Mateos Poumian A.; Sagardía R. J. y Forat Sancholle M: Contribución al Estudio de las causas de Mortalidad de Becerras en un Centro de Recría en el estado de Hidalgo. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1984.

15- Huntington G.B; R.J. Emerick and L.B. Embry. Sodium bentonite or sodium bicarbonate as aids-in-feeding high-concentrate diets to lambs. J. Anim. Sci. **45**: 804 (1977).

16- Juárez Ríos D.: El uso del bicarbonato de sodio en la engorda intensiva del ganado bovino de carne. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, 1982.

17- Kellway, R.C; D.S. Thomson; D.E. Beever and D.E. Osbourn.: Effects of NaCl and NaHCO<sub>3</sub> on food intake growth rate, and acid-base balance in calves. J. Agric. Sci. **88**: 1-9 (1977).

18- Kilmer, L; Muller, L. and Snyder, T.: Addition of sodium bicarbonate to rations of postpartum cows; physiological and metabolic effects. J. Dairy Sci. **64**: 2357-2369 (1981).

19- Kilmer, A.F. et. al. Sodium bicarbonate addition to rations of pre and postpartum in dairy cows. J. Dairy Sci. **62**: 1: 231 (1979).

20- Lawrence D.M. and L.H. Kilmer: Literature Review on Sodium Bicarbonate in Dairy Nutrition. National Feed Ingredients Association. University Park, Pennsylvania. 1979 The Pennsylvania State Laboratory, 1979.

21- Martínez M.; A. Abelardo: Bicarbonato de sodio en la dieta de vacas lecheras. Avances en Medicina Veterinaria. Edit. Agrotécnica; Vol.2, No.1: 15-19 (1987).

22- Okeke. G.C. and J.G. Buchanam-Smith. Effects of sodium bicarbonate or sodium chloride or both upon performance of weaned calves. Proc. Nut. Soc. **41**: 26A (1982).

23- Petters De A. and Fredden, A.: Effect of sodium bicarbonate addition to alfalfa hay-based diets on

digestibility of dietary fractions and rumen characteristics. J. Dairy Sci. 67: 2344-2355 (1984).

24- Roy J.H.B.: El ternero: Manejo, Alimentación, Nutrición, Patología. Edit. Acribia, España, 1972.

25- Russel, J.R.; Young, A.W.; Jorgensen, N.A.: Effect of sodium bicarbonate and limestone additions to high grain diets on feed lot performance and ruminal and fecal parameters in finish hing ster. J. Anim. Sci. 51: 996-1002 (1980).

26- R.R. Warley; J.A. Paterson; K.P. Coffey; D.K Bowman and J.E. Williams. The effects of corn silage dry matter content, and sodium bicarbonate addition on nutrient digestion and growth by lambs and calves. J. Anim. Sci. 63: 1728-1736 (1986).

27- Weber, D.C.: El análisis de diseños experimentales utilizando las terminales de tiempo compartido de las computadoras. Miami University, 1971.

28- Wheeler T.B.; P.J. Wangsness, and L.D. Muller.: Sodium bicarbonate addition to complete pelleted diets fed to dairy calves. J. Dairy Sci. 62: (suppl.1): 231 (1979).

29- Wheeler T.B.; Wangsness P.J.; Muller, L.D.; Griel, L.C. Jr. Addition of sodium bicarbonate to complete pellete diets fed to dairy calves. J. Dairy Sci. 63: 1863-1955 (1980).

30- Centros de Recría de Bovinos Productores de Leche. México Ganadero, 263: 47-51 (1980).

## ANEXOS

Cuadro No.1

EFFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO (4 Y 6 %) SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO EN BECERRAS HOLSTEIN ENTRE 2 1/2 Y 6 1/2 MESES DE EDAD EN CONFINAMIENTO.

Tiempo experimental	TRATAMIENTOS		
	I-0% NaHCO <sub>3</sub>	II-4% NaHCO <sub>3</sub>	III-6% NaHCO <sub>3</sub>
FASE A (30 días)	0.713 <sup>a</sup>	0.717 <sup>a</sup>	0.637 <sup>b</sup>
FASE B (30 días)	0.457 <sup>a</sup>	0.617 <sup>c</sup>	0.497 <sup>b</sup>
FASE C (30 días)	1.103 <sup>a</sup>	1.207 <sup>a</sup>	1.104 <sup>a</sup>
TOTAL	0.758	0.847	0.746

a,b,c: Diferente suscripción en el renglón, estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).

a: Estadísticamente no significativo ( $P > 0.05$ ).

CUADRO No.2  
 EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE CONSUMO DE MATERIA SECA  
 (CMS), CONVERSION ALIMENTICIA (CA) Y EFICIENCIA ALIMENTICIA  
 (EA) EN BECERRAS HOLSTEIN ENTRE 2 1/2 Y 6 1/2 MESES DE EDAD  
 EN CONFINAMIENTO.

		TRATAMIENTOS		
Tiempo experimental	Variables	0% NaHCO <sub>3</sub>	4% NaHCO <sub>3</sub>	6% NaHCO <sub>3</sub>
FASE A (30 días)	CMS (kg)	2.661 (*)	2.518	2.236
	CA	3.732	3.512	3.510
	EA	0.267	0.285	0.285
FASE B (30 días)	CMS (kg)	2.914	3.304	3.013
	CA	6.376	5.355	6.062
	EA	0.157	0.187	0.165
FASE C (30 días)	CMS (kg)	4.366	4.152	4.286
	CA	3.958	3.439	3.882
	EA	0.253	0.291	0.258
TOTAL	CMS (kg)	3.314	3.325	3.178
	CA	4.372	4.102	4.260
	EA	0.229	0.255	0.235

(\*) Consumo promedio por animal por día

CUADRO No.3  
 EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE LA PRESENTACION DE  
 ENFERMEDADES (durante las 3 fases) EN BECERRAS HOLSTEIN ENTRE  
 2 1/2 Y 6 1/2 MESES DE EDAD EN CONFINAMIENTO.

Trata- miento	Cólicos	Desplazamiento de abomaso.	meteorismo	Diarreas	Neumonías
0% NaHCO <sub>3</sub>	2	1	5(9)*	3(3)*	12(20)*
4% NaHCO <sub>3</sub>	4	0	7(14)	1(2)	9(22)
6% NaHCO <sub>3</sub>	4	0	10(20)	1(2)	13(21)

\*\* No.de animales y (No.de días enfermos).

CUADRO No. 4  
ANALISIS COSTO BENEFICIO DEL EMPLEO DE BICARBONATO DE SODIO  
EN LA ALIMENTACION DE BECERRAS HOLSTEIN ENTRE 2 1/2 Y 6 1/2  
MESES DE EDAD EN CONFINAMIENTO.

Costo de la materia prima

	\$ kg
Alimento balanceado con 16% P.C.-----	295.00
Alimento balanceado con 18% P.C.-----	379.00
Alfalfa de aguante -----	250.00
Ensilado de maíz -----	35.00
Melaza -----	118.00
Paja de avena -----	132.00
Cascara de cítrico -----	70.00
Bicarbonato de sodio -----	725.00

Tratamiento	Fase	PI* (kg)	PF* (kg)	GP* (kg)	C* (kg)	\$ Alimento
I 0% NaHCO3	A	1271	1676	405	1813.9	584,056.0
	B	1762	2036	274	2095.9	599,932.1
	C	1823.5	2353.5	530	2832.9	538,417.5
TOTAL		4856.5	6065.5	1209	6742.7	1'722,405.7
(1)						
II 4% NaHCO3	A	1039	1382	343	1441.6	493,513.4
	B	1784.5	2136	351.5	2258.5	676,341.4
	C	2209	2933	724	3383	681,614.0
TOTAL		5032.5	6451	1418.5	7083.1	1'851,468.4
(1)						
III 6% NaHCO3	A	1256	1639	383	1597.3	564,523.6
	B	1459.5	1697.5	238	1732.7	533,185.6
	C	2218	2847.5	629.5	3280	678,285.0
TOTAL		4933.5	6184	1250.5	6610	1'775,994.2
(1)						

PI\* = Peso inicial

PF\* = Peso final

GP\* = Ganancia de peso

C\* = Consumo de alimento (base húmeda)

(1) = Costo total, incluido el costo del NaHCO3.

## Continúa cuadro No.4

Trata- miento	GPT*	\$kg** carne	Utilidad bruta	\$Alimento	Utilidad neta	\$kg* carne
I	1209	3500	4'231,500	1'722,405.6	2'509,094.4	1424.6
II	1418.5	3500	4'964,750.1	1'851,468.4	3'113,281.6	1305.1
III	1250.5	3500	4'376,750.1	1'775,994.2	2'600,755.8	1420.2

GPT\*= Ganancia de peso total

\$kg\*= Costo de producción

\$kg\*\*= Venta del kg en pie.

## CUADRO No.5

## ANALISIS DE REGRESION PARA EL PESO DE SALIDA DE CADA FASE

	G.L.	Coefficiente de regresión
Peso ingreso a cada fase.....	164	1.23*
Tratamiento.....	2	1.38*
Tratamiento anterior.....	2	(NS)
Constante.....	-	2.3
Coefficiente de regresión.....	-	.96

\* = Estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ).(NS) = Estadísticamente no significativa ( $P > 0.05$ ).

G.L. = Grados de libertad.