



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Evaluación de la Paja de Pasto Salado
(Distichlis spicata) Tratada con Am-
nio en la Engorda de Bovinos.**



T E S I S

Para la obtención del título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a

Juan Pedro Linares Orozco

Asesores: M.Sc. Víctor J. Monroy Ayón
M.V.Z. Lucas Melgarejo Velázquez



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

EVALUACION DE LA PAJA DE PASTO SALADO
(Distichlis spicata) TRATADA CON AMO-
NIO EN LA ENGORDA DE BOVINOS

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México
para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

por

Juan Pedro Linares Orozco

Asesores

Victor J. Monroy Ayón

y

Lucas Melgarejo Velázquez

México D. F.

1986

i

DEDICATORIAS

Con cariño y admiración a mi Madre
Carmen Leticia Orozco Vda. de Linares
quien con su trabajo y esfuerzos realizados
hizo posible el logro de una de mis metas.

A MIS HERMANOS Y CUÑADOS

Mireya

Francisco Heriberto

Victor

Nora

Ricardo

Por su apoyo, siempre incondicional

A LA MEMORIA DE MI PADRE

DR. Heriberto Linares Castillo y

mi tío Tomás Linares Castillo

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a los Médicos Veterinarios Victor Monroy Ayon, Gilberto Reyes Sánchez y Eliseo Alcantara Sánchez por la ayuda prestada para la elaboración del presente trabajo.

Al personal de la Dirección General de Alimentación Animal y Recursos Forrajeros y de la Comisión del Ex Lago de Texcoco por las facilidades brindadas.

A mis amigos, familiares y maestros que de alguna manera han contribuido a mi formación.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	13
RESULTADOS.....	18
DISCUSION.....	20
LITERATURA CITADA.....	24
CUADROS.....	32
FIGURAS.....	40

R E S U M E N

LINARES OROZCO, JUAN PEDRO. Evaluación de la paja de pasto salado (Distichlis spicata) tratada con amonio en la engorda de bovinos. (bajo la dirección de: Victor J. Monroy Ayón y Lucas Melgarejo Velázquez).

El objetivo de esta investigación fue el de evaluar la efectividad del tratamiento del pasto salado con 3.5% de amonio anhidro, sobre las ganancias de peso en bovinos. Para este fin, se realizó una -- prueba de comportamiento con 36 novillos, la duración del experimento fue de 89 días. Los animales se distribuyeron completamente al -- azar, en un arreglo factorial 2 x 2 con 3 repeticiones de 3 animales cada una, donde los tratamientos fueron: a) pasto salado tratado -- con amonio anhidro más 20% de concentrado, b) pasto salado tratado con amonio anhidro más 10% de concentrado, c) pasto salado sin tratar más 20% de concentrado más urea, d) pasto salado sin tratar más 10% de concentrado más urea. El concentrado consistió en una mezcla de 60% sorgo y 40% melaza. Los parámetros de respuesta evaluados -- fueron: ganancia diaria de peso, consumo de forraje y eficiencia -- alimenticia. Entre los tratamientos con pasto tratado y los tratamientos con pasto sin tratar, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) para los 3 parámetros evaluados. Los niveles de concentrado no presentaron diferencias estadísticas. Con -- base en los resultados obtenidos, se concluye que el tratamiento de pasto salado con amonio anhidro es una alternativa interesante para disminuir los costos de producción, en la engorda de bovinos en corral, ya que fue factible utilizarlo con éxito en niveles de 80% en la dieta.

INTRODUCCION

Dentro de los costos de producción en las explotaciones ganaderas, la alimentación representa el renglón más importante (65-70%), por lo que todo ahorro en esta área reflejará mejores ganancias económicas.

En el caso de los bovinos para producción de carne, la duración del período de engorda en corral, está determinado por la calidad nutricional de los insumos utilizados; siendo menor, en aquellos lugares o explotaciones donde la alimentación se basa en fuentes de alto valor energético, como los granos, en las que los animales rinden sorprendentes aumentos de peso, pero a un costo totalmente inadecuado en relación a las condiciones del país.

En México se observa con frecuencia copias de los sistemas de producción norteamericano, tal es el caso de cierto número de corrales de engorda con grandes inversiones en construcciones, equipo y sistemas de alimentación a base de cantidades crecientes de grano. Estos sistemas, debido al incremento constante de los insumos operan con costos elevados, y con cierta periodicidad es necesario aumentar el precio de la carne al consumidor para que este tipo de explotaciones prospere; sin embargo, se corre el riesgo de marginar al sector social de bajos ingresos, para el que muchas veces es prohibitiva la com-

pra de carne a precios altos. Por otro lado existen explotaciones, cuya alimentación se realiza utilizando - grandes cantidades de esquilmos agrícolas y forrajes de baja calidad nutritiva; como consecuencia, las ganancias diarias de peso vivo de los animales son bajas, lo que prolonga el período de alimentación para alcanzar el peso de mercado deseado, provocando la elevación de los - costos de producción; principalmente mano de obra, mantenimiento e intereses (11).

Para aminorar los anteriores riesgos, es necesario buscar otros sistemas de explotación tendientes a reducir básicamente los costos de producción, empleando sistemas de alimentación que aprovechen al máximo y en forma eficiente, ingredientes que el hombre no consume directamente, como los forrajes toscos, la melaza, la urea y - otros productos.

Los forrajes toscos contienen alta proporción de celulosa, lo que representa un recurso potencial de energía - para los rumiantes; sin embargo el bajo contenido de nitrógeno y energía digestible, impide que estos materiales puedan ser utilizados en porcentajes elevados en - sistemas de alta producción (2, 14).

Para ejemplificar lo anterior a continuación se mencionan los promedios de algunas características nutriciona-

les de esquilmos agrícolas y henos de pastos, los cuales se producen en grandes cantidades en México: Esquilmos - agrícolas 1.7 Mcal de energía metabolizable (EM) por kg, 5.6% de proteína cruda (PC), 40% de fibra cruda (FC). Henos 1.72 Mcal EM/kg, 6% PC, 36% FC (48). El valor nutricional de estos productos, indica que carecen de cantidades suficientes de nutrimentos para ser utilizados como único alimento para el ganado; cuando estos materiales componen el 100% de la dieta, es común observar pérdidas de peso en animales adultos y el cese del crecimiento en animales jóvenes (12, 43); en consecuencia, los animales alimentados de esta manera tardan un largo tiempo en alcanzar el peso suficiente para ser comercializados.

Estos bajos índices de productividad han sido atribuidos principalmente a un bajo consumo de energía digestible, resultado de un bajo consumo de materia seca y de una baja digestibilidad (32). La baja digestibilidad de estos materiales, se ha adjudicado a la asociación (química o física) de la celulosa con otros componentes estructurales de la pared celular, como lignina o silicatos, que impiden la digestión de los polisacáridos estructurales (celulosa y hemicelulosa); con lo cual disminuye el aprovechamiento de la energía potencial que poseen estos productos (38). El alto contenido de lignina se debe al proceso de lignificación de las paredes celulares a medida

que las plantas avanzan en su estado de madurez, y trae como consecuencia una disminución en la digestibilidad de la materia seca total, debido al efecto protector - que ejerce la lignina ante el ataque de las enzimas microbianas (40). Además de este efecto físico, las deficiencias de otros nutrimentos, especialmente nitrógeno, reducen la actividad microbiana haciendo muy lenta la - tasa de degradación de estos forrajes a nivel ruminal y disminuyendo la velocidad de paso del material no digerido por el tracto digestivo. Estos efectos se han relacionado con un bajo consumo de materia seca, que en mu-chos casos no alcanza a cubrir las necesidades de mantenimiento.

Existen diferentes tratamientos para aumentar la digestibilidad, el consumo o ambos, de los forrajes de baja ca-lidad como son:

1. Tratamiento físico
2. Tratamiento biológico
3. Tratamiento químico

De los tratamientos físicos, el molido y el empastillado han demostrado ser benéficos al incrementar el consumo, disminuir la selectividad y aumentar la velocidad - de paso de los forrajes toscos a través del tracto gas-trointestinal, resultando en un aporte adicional de ener

gía; no obstante, su efecto sobre la digestibilidad es -
pequeño (3,30,36,37).

En años recientes se han hecho investigaciones dirigidas al mejoramiento biológico de la paja, basándose en el empleo de organismos que degraden la lignina, especialmente hongos y enzimas fungales, los resultados obtenidos son alentadores, pero a la fecha han tenido pocos resultados prácticos (50,54). La utilización de organismos -- que degradan la celulosa y la hemicelulosa se han descartado, ya que privan simplemente a la paja de nutrimentos que los propios rumiantes pueden digerir sin necesidad de tratamiento (22).

Muchos han sido los productos químicos que se han estu--diado para mejorar la digestibilidad de los forrajes de baja calidad nutritiva, sin embargo con los que se ha obtenido mayor éxito en cuanto a factibilidad de aplicación y aumento en la digestibilidad son los álcalis, entre - los que se encuentran el hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de calcio (Ca (OH)₂), hidróxido de potasio (KOH), hidróxido de amonio (NH₄OH) y amoníaco anhidro (NH₃).

El tratamiento químico produce la solubilización de la - hemicelulosa, debido a un rompimiento de enlaces entre - la lignina, celulosa y hemicelulosa y cambio en la morfología mediante un abultamiento, que permite mayor accesi

bilidad de las enzimas a la matriz estructural de la pared celular (25).

Una de las primeras investigaciones a este respecto, fueron realizadas en 1921 por Beckman (4) quien describe un proceso utilizando hidróxido de sodio. El método consiste en remojar paja picada en una solución de NaOH al 1.5% (guardando una relación de ocho partes de solución por una de paja) durante cuatro horas como mínimo, a temperatura y presión atmosférica; posteriormente la paja es escurrida y lavada para eliminar el álcali, obteniéndose un producto con una digestibilidad promedio de veinte unidades porcentuales superior a la digestibilidad de la paja original. Este método presenta varias desventajas en cuanto a su aplicación práctica, siendo las principales: lo elaborado del proceso, el gasto excesivo de agua y el hecho de que al lavar se pierden por escurrimiento nutrimentos solubles como azúcares, proteínas y vitaminas (22). Otros aspectos más a considerar, son el costo del NaOH y el hecho de que su inclusión hace necesario un ajuste en la fórmula del complemento mineral ofrecido a los animales, también se eleva el consumo de agua, los residuos de sodio en los productos cárnicos y lácteos pueden ser más altos de lo deseado y la eliminación del elemento a través de las heces y de la orina pueden elevar la salinidad de los suelos (49).

Con la finalidad de reducir los inconvenientes de este método y hacerlo más práctico, se han venido realizando investigaciones, en las cuales se ha logrado disminuir el volumen de agua así como la cantidad de álcali (10,-17,27,39,57) de estos métodos el tratamiento por vía seca por aspersión (39) es el que ha demostrado ser el más factible para realizarlo en forma rústica a nivel de la explotación, sin embargo el porcentaje está por debajo del original, en lo que se refiere a aumentar la digestibilidad.

Se han efectuado experimentos para comparar el empleo de hidróxido de calcio e hidróxido de sodio en el tratamiento de paja mediante el método Beckman (1,25,56), donde se ha demostrado que el hidróxido de calcio es menos efectivo que el hidróxido de sodio, aunque la respuesta se mejora cuando se combinan los dos álcalis, --ocurriendo lo mismo al utilizar hidróxido de potasio - (24,26,28,42).

La efectividad de cuatro diferentes técnicas de tratamientos fueron llevadas a cabo por Yu y Emery (58), utilizando compuestos clorados, NaOH, enzimas e irradiación de electrones, encontrando al tratamiento con hidróxido de sodio el más factible de realizar considerando; la facilidad de aplicación, el aumento de la digestibilidad

de la paja y los costos de cada uno de los tratamientos. Otro estudio con compuestos clorados, NaOH y además sulfuro de sodio, carbonato de sodio, peróxido de hidrógeno, sulfuro de sodio, concluye que el NaOH es el reactivo más eficaz, también observa que el uso de compuestos clorados tienen efecto adverso sobre la digestibilidad; ya que los residuos de cloro son tóxicos a los microorganismos del rumen (8).

El amoníaco anhidro se ha presentado como una alternativa interesante, debido a las diversas ventajas que ofrece - con respecto al hidróxido de sodio. Investigadores noruegos han desarrollado un método relativamente simple para tratar las pajas con amoníaco.

Aunque los resultados obtenidos con amoníaco no son superiores al tratamiento con NaOH, en algunos casos han sido similares al mismo (19,20,23,46).

El método consiste en estibar pacas, las cuales posteriormente se cubren con una lámina de plástico y se inyecta amoníaco en una proporción de 30 a 40 g de NH_3 por kg de materia seca, dejándose reaccionar desde 1 hasta 8 semanas; dependiendo de la temperatura ambiental. En la paja obtenida por este método se observa un aumento en el contenido de nitrógeno que va de 0.8 a 1.8 unidades porcentuales y también un aumento en la digestibilidad de 12 a

15 unidades porcentuales (52). Su empleo como tratamiento químico no tiene problemas de contaminación y el aumento del contenido de nitrógeno de la paja puede reducir los costos de la ración, ya que es una fuente de nitrógeno no proteínico (NNP) (35).

En México el amoniaco se produce en grandes cantidades pues es un subproducto de la industria petrolera, su disponibilidad se ve favorecida en diferentes zonas del país, por ser utilizado también como fertilizante, por lo tanto se puede decir que ya existe una infraestructura para su distribución, lo que facilitaría su adquisición y aplicación.

Dadas estas características, con la aplicación de álcalis a pajas y pastos de bajo valor nutritivo es posible aprovechar la energía potencial que poseen estos productos y de esta manera contar con un recurso más para ser utilizado en la alimentación de rumiantes.

En el país existen gramíneas de dunas costeras que también crecen en suelos salinos, que han sido poco investigadas para la producción animal, tal es el caso del pasto salado (Distichlis spicata). El cual constituye una alternativa para la producción animal en aquellos lugares poco permeables y con alta concentración de sales (44).

La región geográfica del Ex-lago de Texcoco presenta - suelos extremadamente sódico - salinos (5), en donde se ha inducido el desarrollo de pasto salado, con el propósito de proteger, y evitar la erosión de los suelos; incrementando indirectamente el potencial forrajero de esta zona.

En la actualidad está establecida una posta ganadera en este lugar, el cual recibe ganado de diferentes zonas - del país, principalmente de razas cebuinas con diferentes tipos de cruza entre ellas (Cebú de tipo comercial). El sistema de alimentación es con base en libre pasto--reo con suplementación en épocas de escasez.

En observaciones preliminares hechas en el lugar, indican que las ganancias diarias de peso en pastoreo directo en la época de marzo a julio fueron de 0.650 kg promedio por animal, de agosto a noviembre de 0.413 kg y - de solo 0.016 kg de diciembre al mes de abril (6).

Como se puede observar existe un período crítico de 5 - meses, el cual retrasa la comercialización del ganado y hace que se limite la carga animal en este lugar.

Con el propósito de amortiguar este problema, durante la época de abundancia de forraje, se cosecha el excedente y se henifica para después empacarlo y suministrarlo al ganado en la época crítica.

La cantidad de pacas obtenidas anualmente es de aproximadamente 15,000 con un peso promedio de 16 kg cada una. Se ha observado que cuando se utilizan estas pacas, junto con 2 kg de melaza con 5% de urea por animal como suplemento, en libre pastoreo en la época crítica, se obtienen ganancias de peso de 0.138 kg diarios por animal (6).

Se ha informado que la calidad nutritiva de heno de pasto salado es muy baja en lo que se refiere a energía digestible 1.9 Mcal/kg y que la cantidad de fibra neutro detergente (85.18%) y ácido detergente (4).11%) es elevada (31), lo cual limitaría su uso en un sistema de --confinamiento total.

Por lo expuesto se planteó la posibilidad de someter el pasto salado a un tratamiento para mejorar su valor nutritivo y de esta manera intensificar la producción, al incluirlo en porcentajes elevados en la dieta, y de esta manera reducir al máximo posible la utilización de --granos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad del tratamiento del pasto salado --con amoniaco anhidro en una prueba de comportamiento con novillos en corral.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del programa ganadero, de la Comisión del Ex-lago de Texcoco, ubicado en el municipio de Texcoco, Edo. de México, el cual presenta las siguientes características geográficas.

Está localizado a una longitud norte de $19^{\circ}22'$ - $19^{\circ}38'$, de longitud oeste de $98^{\circ}54'$ - $99^{\circ}03'$ y una altura de - - 2 236 msnm (41). Tiene un clima $BS_1 Kw (w) (1')$, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por García (15), con una temperatura media anual de $-15.3^{\circ}C$, temperatura máxima extrema de $36.0^{\circ}C$, temperatura mínima extrema de $-11.0^{\circ}C$, precipitación anual de - - 600.1 mm y una evaporación anual de 1,801.0 mm (47).

Las características botánicas del pasto salado son las siguientes:

Familia ----- Graminae
 Subfamilia----- Festucoideae
 Tribu ----- Festuceae
 Género ----- Distichlis
 Especie ----- spicata

Para el tratamiento de pasto, se hicieron dos estibas de 1500 pacas cada una, con un peso promedio por paca de --

16 kg, se añadió agua; de manera que el pasto tuviera un contenido de humedad del 25%. En la parte superior de ca da estiba, se acomodaron 8 pacas, formando una cúspide - para evitar el estancamiento del agua de lluvia. A la mi tad de la estiba, se insertó un tubo de media pulgada de diámetro de cloruro de polivinil (PVC) con 18 m de -- largo el cual presentaba perforaciones de 3/16 de pulga da cada 10 cm a lo largo del tubo, al mismo tubo se le - colocó un tapón de madera en uno de los extremos y se do bló en forma de u, para abarcar mayor superficie de la - estiba y obtener una distribución homogénea del gas. Las estibas se cubrieron con hule de .030" de espesor con -- 9 x 9 m de superficie, se excavaron zanjas alrededor de las estibas de 0.20 m de profundidad, donde se enrolló - el hule butilo (0.50 m) y se cubrió con tierra, quedando cerrado herméticamente.

El gas se inyectó en una proporción de 35 g de amoníaco por kg de materia seca de pasto, a través del tubo de -- PVC.

La duración del tratamiento fue de 6 semanas a una tempe ratura ambiental promedio de 13°C. Al término de este pe ríodo se destaparon los tratamientos, dejándose a la in-temperie.

Para la prueba de comportamiento en corral se selecciona ron 36 bovinos machos, de una población de 500 cabezas -

de cebú tipo comercial; de esta forma se pudieron obtener animales de peso homogéneo, promediando 255.5 kg. Los animales se alojaron en 12 corrales de 20 x 20 m con piso de tierra, provistos de comederos de canoa y bebederos de fibra de vidrio; se distribuyeron 3 animales por corral completamente al azar, considerando cada corral como una unidad experimental para consumo de alimento y eficiencia alimenticia y cada animal como unidad experimental para ganancia de peso.

Los animales se sometieron a un proceso de adaptación de 20 días a los corrales y 15 días para el consumo de urea, previo inicio de la prueba, donde se desparasitaron*, vitaminaron ** e identificaron con aretes, registrándose el peso al inicio del experimento y a los 51 y 79 días -- que fue el tiempo que duró el período experimental.

El pasto fue ofrecido a libertad por la mañana a la misma hora, registrándose la cantidad ofrecida y al día siguiente se pesaba el sobrante, calculándose por diferencia el consumo del forraje, procurando que el alimento rechazado no excediera del 5%.

El diseño experimental fue un arreglo factorial 2 x 2 con cuatro tratamientos, con 3 repeticiones por tratamiento -- de 3 animales cada repetición, en una distribución completamente al azar.

* Ripercol L. solución inyectable. Lab. Cynamid de México, S.A. de C.V.

** SYNT-ADE. solución inyectable. Lab. Syntex, S. A.

Los tratamientos fueron:

- 1) Pasto salado tratado (PST) + 20% concentrado a/^{*} + minerales b/^{**}.
- 2) Pasto salado tratado (PST) + 10% concentrado + minarales.
- 3) Pasto salado sin tratar (PSST) + 20% concentrado + urea + minerales.
- 4) Pasto salado sin tratar (PSST) + 10% concentrado + urea + minerales.

La adición de urea en los tratamientos 3 y 4, se llevó a cabo con el propósito de hacer a los tratamientos isoni--trogenados, ya que como se esperaba, aumentó el contenido de nitrógeno del pasto, debido al tratamiento. La composición y el contenido de nutrimentos de las raciones empleadas se muestran en los Cuadros 1 y 2.

El porcentaje del concentrado, al inicio del experimento se calculó estimando el consumo de materia seca de acuerdo a una ecuación de regresión de N.R.C., para ganado productor de carne (33). La segunda ración se calculó con base en el promedio de consumo de materia seca de todos los tratamientos.

* a/ 60% sorgo, 40% melaza

** b/ Magnaphoscal. Lab. Bayer de México, S.A. a Libertad.

Los índices de respuesta evaluados, fueron:

- Ganancia de peso
- Consumo de alimento
- Eficiencia alimenticia

Los datos obtenidos, se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza con factores desbalanceados (3 y 2 repeticiones para los parámetros consumo de alimento, eficiencia alimenticia y 9 y 6 repeticiones para ganancia de peso). La diferencia entre medias, se analizó mediante la prueba de Scheffe a un nivel de significancia de $P < 0.001$ (51).

Se tuvieron que eliminar 2 repeticiones, una del tratamiento 3 y otra del tratamiento 4, debido a la escasez del pasto salado sin tratar, por eso los resultados son presentados y analizados con 3 y 2 y 9 y 6 repeticiones.

Como ya se expuso, se mencionan 3 y 2 repeticiones porque se consideró cada corral como unidad experimental para consumo de alimento y eficiencia alimenticia; 9 y 6 debido a que cada animal se consideró como unidad experimental para ganancia diaria de peso.

R E S U L T A D O S

Las características de las dietas correspondientes a los cuatro tratamientos se presentan en los Cuadros 1 y 2.

Los tratamientos 1 y 2, tuvieron mayores ganancias de peso ($P < 0.001$) que los tratamientos 3 y 4 (Cuadro 3). El tratamiento 1, no mostró ser diferente estadísticamente con el tratamiento 2, pero sí con los tratamientos 3 y 4 ($P < 0.01$), lo mismo ocurrió con el tratamiento 2; sólo es diferente con los tratamientos 3 y 4. Los tratamientos 3 y 4 no presentan diferencias estadísticas entre ambos.

El efecto del forraje sobre la ganancia de peso, presentó diferencias estadísticamente significativas, ($P < 0.001$) entre los animales que consumieron pasto tratado y los -- que consumieron pasto sin tratar. El efecto del concentrado no presentó diferencias estadísticas entre los niveles 10% y 20%, (Cuadro 6).

El consumo de forraje fue superior en los tratamientos 1 y 2 ($P < 0.001$) en relación a los tratamientos 3 y 4 -- (Cuadro 4). No se encontraron diferencias estadísticas entre los animales que consumieron pasto tratado con amoniaco, ni tampoco entre los que consumieron pasto sin tratar. Sin embargo sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) entre el tratamiento 1 y los

tratamientos 3 y 4, ocurriendo de la misma manera para el tratamiento 2 con los tratamientos 3 y 4.

El efecto del forraje mostró diferencias significativas - ($P < 0.001$) entre los tratamientos conteniendo pasto tratado y los de pasto sin tratar. Los niveles de concentrado no mostraron ser estadísticamente diferentes para este parámetro (Cuadro 7).

La eficiencia alimenticia fue mejor en los tratamientos 1 y 2 ($P < 0.001$) con respecto a los tratamientos 3 y 4 - - (Cuadro 5). En este parámetro se observó que la interacción resultó ser estadísticamente no significativa.

El efecto del forraje en la eficiencia alimenticia mostró ser diferente estadísticamente ($P < 0.001$) entre los tratamientos 1 y 2 en relación con los tratamientos 3 y 4.

El efecto del concentrado no presentó diferencias estadísticas entre los dos niveles de concentrado (Cuadro 8).

D I S C U S I O N

Para explicar los hallazgos de esta investigación es necesario tener en mente que la efectividad del tratamiento alcalino depende, tanto del tipo y variedad del forraje a tratar, como de la técnica utilizada (33). Parte de la variación se atribuye a la constitución físico-química de la pared celular de cada forraje (55), pero también se han observado efectos significativos debido al tipo y nivel de suplementación; asimismo, se ha informado que - al utilizar cantidades de concentrados superiores al 50%, los efectos del tratamiento sobre el consumo y digestibilidad del forraje pueden ser pequeños (9, 13,16).

Como se puede observar en el Cuadro 3, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en las ganancias de peso obtenidas por los animales que consumieron pasto tratado, sin embargo, es interesante hacer notar - que dentro de este mismo grupo, los animales que consumieron un nivel de concentrado más bajo tuvieron una ligera tendencia a ganar más peso. En contraste, dentro del grupo de animales alimentados con pasto sin tratar, los que consumieron el nivel más alto de concentrado, presentaron una ligera tendencia a ganar más peso, pero estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Las tendencias de las ganancias de peso que siguen los animales alimentados con el pasto amoniado son el re--

flejo del efecto benéfico del tratamiento alcalino sobre la digestibilidad del pasto, ya que cuando se utilizó un nivel más bajo de concentrado (promedio de 0.816 kg) no se detectaron efectos detrimentales y las ganancias de peso obtenidas fueron similares a las ganancias de peso logradas; en cambio en los tratamientos 3 y 4 se puede observar, que a medida que aumenta el concentrado hay mayores ganancias de peso, lo que indica que el pasto sin tratar no está aportando suficientes nutrimentos, por lo que existe un déficit y por lo tanto una mayor cantidad de nutrimentos tendrán que ser proporcionados por el concentrado, esta situación se hace patente en la interacción presentada en la Figura 1.

Como se hace notar en el Cuadro 3, los animales que consumieron pasto tratado, tuvieron mayores ganancias de peso ($P < 0.001$) que los animales que consumieron pasto -- sin tratar, este efecto se puede atribuir por un lado a que el consumo de forraje de los tratamientos 1 y 2 fue 68% superior con respecto a los tratamientos 3 y 4; y - por otro a que la cantidad de energía digestible del forraje tratado aumentó debido al tratamiento alcalino, -- además de que el aporte de proteína cruda fue mayor para estos tratamientos. En este punto cabe mencionar que aunque las dietas se calcularon para ser isonitrogenadas, - el elevado consumo de forraje tratado con amoníaco propi

ció un mayor aporte de proteína cruda en los tratamientos 1 y 2 (debido a que el forraje se ofreció a libertad por ser este uno de los parámetros a evaluar).

Los elevados consumos de forraje registrados en los tratamientos 1 y 2 (Cuadro 4), se pueden atribuir al efecto del tratamiento sobre la digestibilidad de la fibra, ya que al aumentar la digestibilidad se obtiene un aumento en la velocidad de vaciado ruminal, lo que provoca un mayor consumo de materia seca y por ende un mayor aporte de energía (16,53) reflejándose este fenómeno en las ganancias de peso obtenidas para los tratamientos 1 y 2.

De la misma manera, los resultados obtenidos en la eficiencia alimenticia (Cuadro 5), indican una mejor utilización del forraje tratado con amoníaco, lo cual se puede atribuir una vez más al efecto del álcali sobre el forraje, al mejorar su digestibilidad.

Los resultados obtenidos en paja de trigo (18,19,29,52) rastrojo de maíz (34,45) olote de maíz (35) heno de alta fescue (7) y paja de arroz (16) tratados con amoníaco anhidro e hidróxido de sodio muestran diferente grado de respuesta en cuanto al comportamiento animal.

Sin embargo en forma general el tratamiento alcalino mejoró el consumo de forraje y las ganancias de peso, lo

que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo; asemejándose más aquellos informes donde el nivel del forraje tratado representó más del 70% de la dieta (16,35), no así los informados por Horton y Steacy (21) donde el concentrado ocupaba niveles elevados en la ración.

Por último cabe mencionar que las ganancias de peso obtenidas por los animales que consumieron pasto salado - sin tratar son similares a las encontradas en el Ex-lago de Texcoco, durante el estiaje, cuando se suplementó a los animales con 2 kg de melaza con 5% de urea (6).

En este experimento se encontro que es factible la utilización de pasto tratado con 3.5% de amoniaco anhidro en porcentajes superiores al 80% de la dieta en la engorda intensiva de bovinos.

El empleo de pasto tratado con amoniaco, permite reducir el período de engorda con el consecuente beneficio económico, como son: la reducción de los gastos de mantenimiento, intereses de capital y mano de obra.

LITERATURA CITADA

1. Abou-Raya, A.K., Abou-Hussein, E.R.M., Ghoneim, A., - Raafar, M.A. and Mahomed, A.A.: Effect of Ca(OH)_2 -- and NaOH treatments on the nutritive value of maize stalks, sorghum stalks, and dry sweet potato vines. Anim. Prod., 4: 55-65 (1964).
2. Anderson, C.D.: Use of cereal residues in beef cattle production systems. J. Anim. Sci., 46: 849-861 (1978).
3. Beardsley, D.W.: Nutritive value of forage as affected by physical form. II. beef cattle and sheep studies.- Symposium on forage utilization. J. Anim. Sci., 23: - - 232-245 (1964).
4. Beckmann, E.: Conversion of grain straw and lupin into feeds high nutrient value. Chem. Abstr., 16:765 (1922).
5. Briseño, H.V.M., Obregón, P.A. y Minjares, Ch. L. C.: Origen, caracterización y situación actual del Ex-Lago de Texcoco. Departamento de Investigación Agropecuaria, Programa Ganadero. Comisión del Lago de Texcoco, México, D.F., 1982.
6. Briseño, H.V.M. y Tarín. V.M.: Producción, conservación y utilización del forraje de pasto salado - - - (Distichlis spicata) producido en suelos extremadamente sódico-salinos en el Ex-Lago de Texcoco. Departamento de Investigación Agropecuaria, Programa Ganadero. - Comisión del Lago de Texcoco, México, D.F., s/a.
7. Buettner, M.R., Lechtenberg, V.L., Hendrix, K.S. and Hertel, J.M.: Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca Arundinacea* Schreb.) hay. - - - J. Anim. Sci., 54:173-178 (1982).

8. Chandra, S. and Jackson, M.G.: A study of various - chemical treatments to remove lignin from coarse - roughages and increase their digestibility. J. Agric. Sci., 77: 11-17 (1971).
9. Díaz, N.T., Llamas, L.G. y Gómez, A.R.: Paja de trigo tratada con amonio en gas y dos fuentes de energía para novillos en crecimiento. Memorias de reunión de investigación pecuaria en México. México, D.F., - 1983. 684-687. INIP-SARH. México, D.F. (1983).
10. Donofer, E., Adeleye, I.O.A. and Jones, T.A.O.A.C.: - Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH treated oat straw. Cellulases and their applications. Edited by: Hajny, G.J. and Reese, E.T., advances in chemistry Series 95.95.328-339, American - Chemical Society, Washington, D.C., 1969.
11. Dyer, A.I. y O'Mary, C.C.: Engorde a corral. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 1975.
12. Edye, L.A., Ritson, J.B., Haydock, K.P. and Davies, - J.G.: Fertility and seasonal changes in liveweight - of drought master cows grazing a townsville stylo- - spear grass pasture. Aust. J. Agric. Res., 22: 963-977 (1971).
13. Fahmy, S.T.M., Lee, N.H. and Orskov, E.R.: Effect of different supplements on the digestion of ammonia - treated straw. Anim. Prod., 38: 75-81 (1984).
14. Fahmy, S.T.M. and Orskov, E.R.: Digestion and utilization of straw. Anim. Prod., 38: 69-74 (1984).
15. García, M.E. y Falcón, G.Z.: Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana, 3^a ed. Porrúa, México, D.F., 1977.

16. Garret, W.N., Walker, H. G., Kohler, G.O. and Hart, M.R.: Response of ruminants to diets containing - sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. - J. Anim. Sci., 48:92-103 (1979).
17. Guggolz, J., Saunders, R. M., Kohler, G.O. and - - Klopfenstein, T.J.: Enzimatic evaluation of processes for ruminant feeds. J. Anim. Sci., 33:167-170 (1970).
18. Herrera, S.R., Church, D.C. and Kellems, O.R.: The effect of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. J. Anim. Sci., 54:38-44 (1979).
19. Horton, G.M.J.: The intake and digestibility of - - ammoniated cereal straws by cattle. Can.J. Anim.Sci., 58:471-478 (1978).
20. Horton, G.M.J.: Feeding value of rations containing nonprotein or natural protein and of ammoniated straw for beef cattle. J.Anim.Sci., 48:38-44 (1979).
21. Horton, G.M.J. and Steacy, G.M.: Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. J.Anim. Sci., 48:1239-1249 (1979).
22. Jackson, M.G.: Métodos de tratamiento de paja para - la alimentación animal. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. No. 10, Roma, 1978.
23. Kernan, J.A., Crowle. W.L., Spun, D.T. and Coxworth, E.C.: Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. Can.J.Anim - Sci., 59:511-517 (1979).

24. Klopfenstein, T.J. and Woods, W.: Sodium and potassium hydroxide treatment of wheat straw and corn cobs. J. Anim. Sci., 31:246 (1970) (Abstract).
25. Klopfenstein, T.: Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci., 46: 841-848 (1978).
26. Lamm, W.D.: Influence of nitrogen supplementation and hydroxide treatment upon the utilization of corn crop residues by ruminants. Ph. D. thesis. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, 1976.
27. Lampila, M.: Experiments with alkali straw and urea. Nutr. Abstr.Rev., 34: 575 (1964).
28. Lesoing, G., Klopfenstein, T., Rush, I. and Ward, J.: Chemical treatment of wheat straw. J. Anim. Sci., 51: 263-269 (1981).
29. Males, J.R. and Gaskins, C.T.: Growth, nitrogen retention, dry matter digestibility and ruminal characteristics associated with ammoniated wheat straw diets. J.Anim.Sci., 55: 505-515 (1982).
30. Moore, L.A.: Nutritive value of forage as affected by physical form. Part I. General principles involved - with ruminants and effect of feeding pelleted or - - waffered forage to dairy cattle. Symposium on forage utilization. J. Anim. Sci., 23: 230-238 (1964).
31. Morales, R.J.A.: Evaluación del pasto salado - - - (Distichlis spicata) como fuente de forraje para ruminantes. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autonoma de México. México. D.F., 1980.

32. Morley, F.H.W.: Grazing Animals. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1981.
33. N.R.C.: Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. National Research Council, Washington, D.C., 1984.
34. Oji, U.I., Mowat, D.N. and Winch, J.E.: Alkali treatments of corn stover to increase nutritive value. - J. Anim. Sci., 44: 798-801 (1977).
35. Paterson, J., Klopfenstein, T. and Petersen, L.: - - Ammonia treatment. Beef Cattle Report. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 1979.
36. Pigden, W.J., Pritchard, G.I. and Heany, D.P.: - - Physical and chemical method for increasing the - - available energy content of forages. Proc. 10th. International Grassland Congress. Helsinki. Finland. - 1966 397-401. University of Helsinki, Helsinki, - - Finland. (1966).
37. Pigden, W.J. and Heaney, D.P.: Lignocellulose in - - ruminant nutrition. Cellulases and their applications. Edited by: Hajny, G.J and Reese, E.T., Advances in Chemistry Series 95. 245-261, American Chemical - - Society, Washington, D.C., 1969.
38. Pigden, W.J. y Bender, F.: Aprovechamiento de la celulosa para los rumiantes. Revista Mundial de Zootecnia., 11: 7-16 (1972).
39. Rexen, F. and Vestegaard, T.K.: The effect on - - digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. Anim. Feed. Sci. Technol., 1: 73-83 (1976).

40. Riquelme, V.E.: Suplementación y efectos asociativos en dietas basadas en subproductos agrícolas. Memorias del seminario sobre utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Chapingo, México. 1984. 1-24. Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México (1984).
41. Rivera, D.J.M.: Estudio de las propiedades mineralógicas y termodinámicas de los sedimentos superficiales del Ex-Lago de Texcoco, Mex. Tesis de Maestría - en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mex., 1975.
42. Rounds, W. and Klopfenstein, T.: Chemicals for treating crop residues. J. Anim. Sci., 39:251 (1974) - - (Abstract).
43. Rusch, I.G., Johnson, R.R. and Totusek, R.: Evaluation of beef cattle range supplements containing urea and biuret. J.Anim.Sci., 42: 1297-1308 (1976).
44. Rzedowski, J.: Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del Lago de Texcoco. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana, 21: 19-33 (1957).
45. Saenger, P.F., Lemenager, R.P. and Hendrix, K.S.: - Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on digestibility, intake and performance of beef cattle. J. Anim. Sci., 54:419-425 (1982).
46. Santacruz, M.I., Llamas, L.G., Gómez, A.R. y Ramírez, S.M.: Evaluación de la respuesta de diferentes esquilmos al tratamiento alcalino con amonio o hidróxido de sodio. Memorias de reunión de investigación pecuaria en México. México, D.F. 1983. 680-683. INIP-SARH. México, D.F. (1983).

47. S.R.H.: Estudio agrológico especial del Ex-Lago de -
Texcoco, Edo. de México. Secretaría de Recursos Hi--
draúlicos. serie estudios. publ. No. 2, México, D.F.,
1971.
48. Shimada, A.S.: Fundamentos de nutrición animal compa
rativa. Asociación Americana de Soya, México, D.F.,-
1983.
49. Shimada, A.S., Rodríguez, G.F. y Cuarón, I.J.A.: En-
gorda de ganado bovino en corrales. Consultores en -
Producción Animal, S.C., México, D.F., 1985.
50. Stapleton, P.G.: The future for biological improvement
of straw digestibility. Agricultural Progress, 56: -
1265 (1981) (Abstract).
51. Steel, R.G.O. and Torrie, J.H.: Principles and procedur
es of statistical. Mc Graw-Hill Book, New York, 1960.
52. Sundstol, F., Coxworth, E. and Mowat, D.N.: Improving
the nutritive value of straw and other low quality -
roughages by treatment with ammonia. Wrld. Anim. Rev.,
26: 13-21 (1978).
53. Thornton, R.F. and Minson, D.J.: The relationship -
between apparent retention time in the rumen, - -
voluntary intake and apparent digestibility of legume
and grass diets in sheep. Aust.J. Agric.Res. 24: -
889-898 (1973).
54. Van Soest, P.J.: Nutritional ecology of the ruminant.
O I B. Books Inc., Corvallis, Oregon, 1982.

55. Van Soest, P.J., Ferreira. M.A. and Martley, R.D.: -
Chemical properties of fibre in relation to nutritive
quality of ammonia-treated forages. Anim. Feed. Sci.
Technol., 10: 155-164 (1984).
56. Verma, M.L. and Jackson, M.G.: The comparative - -
effectiveness of sodium hydroxide and calcium oxide
in increasing the in vitro, nylon bag digestibility
of various roughages. Improved utilization of agri-
cultural waste materials and industrial by products
as livestock feed. Patnagar., 1975. 14-15. Feed - -
Research Progress Report. Pant University, Pantnagar.
P. (1975).
57. Wilson, R.R. and Pigden, W.J.: Effect of a sodium -
hydroxide treatment on the utilization of wheat straw
and poplar wood by rumen microorganisms. Can. J. Anim.
Sci., 44: 122-123 (1964).
58. Yu, Y., Thomas, J.W. and Emery, R.S.: Estimated value
of treated forages for ruminants. J. Anim. Sci., 41:
1742-1750 (1975).

Cuadro 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS CONSUMIDAS DE 0 A 51 DIAS
kg de MS/Animal

TRATAMIENTOS	1	2	3	4
<u>INGREDIENTES</u>				
Sorgo	0.89	0.45	0.89	0.45
Melaza	0.59	0.30	0.59	0.30
Urea	-.-	-.-	0.181	0.181
Pasto tratado	8.6	9.22	-.-	-.-
Pasto sin tratar	-.-	-.-	6.00	4.83
Minerales a libertad	-.-	-.-	-.-	-.-
Proteína cruda. kg	1.45	1.55	1.14	1.0
Energía metabolizable. (Mcal)	20.3	19.2	15.5	11.1
Energía neta para mantenimiento. Mcal	11.4	10.6	8.8	6.2
Energía neta para producción. Mcal	5.8	5.2	4.6	3.1

Cuadro 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS CONSUMIDAS DE LOS 52 A 79 DIAS

Kg de MS/Animal

TRATAMIENTOS	1	2	3	4
<u>INGREDIENTES</u>				
Sorgo	1.07	0.53	1.07	0.53
Melaza	0.71	0.36	0.71	0.36
Urea	--	--	0.190	0.198
Pasto tratado	10.23	11.43	--	--
Pasto sin tratar	--	--	8.15	7.60
Minerales a libertad	--	--	--	--
Proteína cruda kg	1.73	1.87	1.40	1.30
Energía metabolizable (Mcal)	24.00	24.00	21.00	17.00
Mantenimiento (Mcal)	13.70	13.13	11.60	9.31
Energía neta para la producción (Mcal)	6.87	6.3	6.00	4.55

Cuadro 3

GANANCIA DIARIA DE PESO POR ANIMAL EN KILOGRAMOS

TRATAMIENTOS	1 PST	2 PST	3 PSST	4 PSST
NIVELES DE CONCENTRADO	20%	10%	20%	10%
	1.05	1.05	0.320	0.190
	0.94	0.81	0.280	0.220
	0.87	1.13	0.280	0.270
	0.94	1.01	0.160	0.160
	0.78	0.95	0.160	0.130
	0.90	1.01	1.180	0.040
	0.78	0.77	-. -	-. -
	0.37	0.95	-. -	-. -
	0.62	1.08	-. -	-. -
	7.25	8.76	1.38	1.01
\bar{X}	0.805 ^a	0.973 ^a	0.23 ^b	0.17 ^b

PST = Pasto salado tratado con NH₃

PSST = Pasto salado sin tratar

a,b Valores con distinta literal son diferentes (P < 0.001)

Cuadro 4

CONSUMO DE FORRAJE (MS)

TRATAMIENTOS	1 PST	2 PST	3 PSST	4 PSST
NIVELES DE CONCENTRADO	20%	10%	20%	10%
	9.63	9.94	7.06	5.86
	8.68	9.77	6.53	5.86
	8.84	9.97	-.-	-.-
	27.15	29.68	13.59	11.72
\bar{X}	9.05 ^a	9.89 ^a	6.79 ^b	5.86 ^b

PST = Pasto salado tratado

PSST = Pasto salado sin tratar

a,b Valores con distinta literal son diferentes ($P < 0.001$)

Cuadro 5

EFICIENCIA ALIMENTICIA

TRATAMIENTOS	1 PST	2 PST	3 PSST	4 PSST
NIVELES DE CONCENTRADO	20%	10%	20%	10%
	0.099	0.101	0.041	0.039
	0.100	0.101	0.026	0.019
	0.067	0.093	-. -	-. -
	0.266	0.295	0.067	0.058
\bar{X}	0.089 ^a	0.098 ^a	0.034 ^b	0.029 ^b

PST = Pasto salado tratado con NH₃

PSST = Pasto salado sin tratar

a,b Valores con distinta literal son diferentes (P < 0.001)

Cuadro 6

ANDEVA

GANANCIA DIARIA DE PESO POR ANIMAL

FUENTE DE VARIACION	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
T o t a l e s	29	4.0737	-.-	-.-
Tratamiento	3	3.5688	1.1896	61.32**
Forraje	1	3.5688	3.4307	176.84**
Concentrado	1	0.0434	0.0434	2.24 NS
Forraje por concentrado	1	0.0947	0.0947	4.88*
Residual	26	0.5049	0.0194	-.-

NS = $P > 0.05$ ** = $P < 0.001$ * = $P < 0.05$

Cuadro 7

ANDEVA

CONSUMO DIARIO DE FORRAJE

FUENTE DE VARIACION	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
T o t a l	9	26.3481	-.-	-.-
Tratamiento	3	25.6669	8.555	75.7079**
Concentrado	1	0.0436	0.0436	NS
Forraje	1	23.7259	23.7259	209.96**
Forraje por concentrado	1	1.8974	1.8974	16.7911*
Residual	6	0.6812	0.113	-.-

ac

** = $P < 0.001$ * = $P < 0.01$

Cuadro 8

ANDEVA

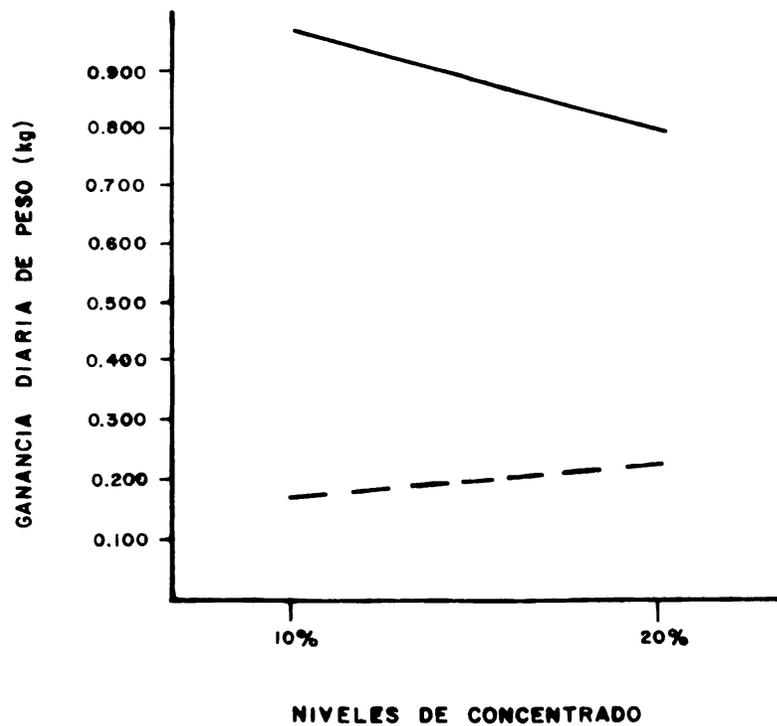
EFICIENCIA ALIMENTICIA

FUENTE DE VARIACION	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
T o t a l	9	0.0105	-. -	-. -
Tratamiento	3	0.0095	0.0032	16.00*
Concentrado	1	0.0093	0.0093	46.50**
Forraje	1	4×10^{-5}	4×10^{-5}	0.20 NS
Forraje por concentrado	1	1.6×10^{-4}	1.6×10^{-4}	0.80 NS
Residual	6	0.0010	0.0002	-. -

** = $P < 0.001$ * = $P < 0.01$

FIGURA 1

INTERACCION FORRAJE POR CONCENTRADO



— PASTO SALADO TRATADO CON AMONIO.
- - - PASTO SALADO SIN TRATAR.