

# Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



SOCA DE SORGO SUPLEMENTADA CON GRANO DE SORGO ENTERO,  
MOLIDO O SORGO ENTERO TRATADO CON HIDROXIDO DE SODIO EN  
LA ALIMENTACION DE TORETES CRUZADOS DE CEBU.

Tesis Profesional

Que para obtener el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Presenta:

**ANTONIO CHAVEZ REYES**

Guadalajara, Jal. 1983.

Con agradecimiento a la Universidad  
que me formó, y a todas aquéllas per-  
sonas que de alguna manera contribu-  
yeron en mi realización como Médico-  
Veterinario y Zootecnista.

# I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	13
DISCUSION.....	27
<hr/>	
CONCLUSIONES.....	34
LITERATURA CITADA.....	36

## RESUMEN

Se llevó a cabo una prueba de alimentación durante 112 días (28 de adaptación y 84 de experimentación) con 45 torques acebuzados de 14-18 meses de edad, mantenidos en confinamiento y alimentados con soca de sorgo a libertad, suplementada con niveles fijos de un concentrado con 28% de P.C. y grano de sorgo entero sin procesar, molido o tratado con hidróxido de sodio al 4% en B.S. Se registraron consumos voluntarios de soca de sorgo, cambios de peso vivo cada 28 días, presencia de granos enteros en heces y porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca y orgánica (% DIVMS y MO) de grano de sorgo entero, tratado con diferentes niveles de hidróxido de sodio.

El tratamiento de sorgo entero con NaOH incrementó el % DIVMS y MO, observándose una respuesta lineal entre los niveles de 0 a 8% considerados ( $r = .94$ ;  $P < 0.05$ ). Los animales consumiendo sorgo entero tratado con 4% de NaOH mostraron un mayor consumo voluntario de soca de sorgo ( $P < 0.05$ ) en comparación con el tratamiento de sorgo molido y una menor concentración de granos enteros en heces ( $P < 0.05$ ) en comparación con

el tratamiento de sorgo entero sin procesar. Las mayores ganancias diarias de peso en el tratamiento de sorgo más NaOH no fueron estadísticamente diferentes. El efecto del alcali sobre el grano entero, su repercusión sobre su digestión y utilización ruminal y su relación con posibles cambios en los patrones de fermentación y la cinética ruminal, son considerados.

Los resultados del trabajo se discuten en términos de su influencia dentro de un sistema tradicional de producción de carne en condiciones extensivas en el trópico mexicano.

## I N T R O D U C C I O N

La cría y engorda de ganado productor de carne en los trópicos mexicanos, están basadas fundamentalmente en sistemas de explotación extensivas en las que el recurso pastizal es la principal fuente de nutrientes para los animales. Las fluctuaciones estacionales que se presentan en la producción de forraje como resultado de condiciones ambientales cíclicas de temperatura, radiación solar y humedad, ejercen su acción directamente sobre el estado nutritivo del ganado y muy en particular, sobre las tasas de cambios de peso vivo de animales en crecimiento. Bajo estas condiciones, es muy común que se presenten escasas ganancias e inclusive pérdidas de peso vivo de los animales durante las épocas críticas (Pérez y Garza, 1981; Carrete y Eguiarte, 1982; Eguiarte et al. 1982a y b; González, 1982). El resultado final de este sistema de explotación, es su baja productividad, ya que los toretos o novillos alcanzan el peso para el abasto hasta la edad de 4-5 años y las vacas paren en años alternos (CEPAL, 1975).

La información disponible en México sobre el cambio de pe-

so vivo de bovinos en diferentes etapas productivas, mantenidos en el trópico bajo condiciones de libre pastoreo, es escasa e indirecta. Koppel et al. (1982) reportan peso y edad a la pubertad en toretes Bos indicus de 235 kg. y 588 días, lo que representa aproximadamente una ganancia diaria promedio (GDP) de 340 g. Por su parte, Zarazúa y Montaña (1982) indican para la raza Indobrasil una GDP de 150 g. de los 7 a los 12 meses de edad. Eguiarte et al. (1982a) reportan para toretes cebú en un sistema de pastoreo rotacional o continuo de zacate Estrella Africana (Cynodon plectostachyus) GDP de 449 a 651 g. durante la época de lluvias y de 71 a 233 g durante la época de secas según el sistema de pastoreo empleado. Sin embargo, Eguiarte et al. (1982b) en un estudio de suplementación mineral, en condiciones de pastoreo de zacate Estrella Africana (Cynodon Plectostachyus) a toretes cebú de 18 meses de edad y 300 kg. de peso vivo, indican GDP de 178 a 503 g. en la época de secas y de 865 a 1087 g en la época de lluvias.

La producción de toretes o novillos para el sacrificio bajo sistemas de explotación extensiva en el trópico, con un peso vivo de 420 kg a los dos años de edad aproximadamente, re--

queriría de promediar una ganancia de peso vivo del nacimiento al sacrificio de aproximadamente 520 g al día. Esta tasa de incremento, es normalmente superada en época de lluvias (Eguiarte et al., 1982b) cuando el forraje disponible en el agostadero es de buena calidad y en cantidad suficiente, pero no así en la época de secas como se ha mencionado anteriormente.

Dentro de las alternativas y factores que intervendrían en un sistema de explotación de ganado de carne en el trópico que tuviera por finalidad eliminar estos períodos de pérdida de peso vivo durante la época de secas, se propone el empleo de esquilmos y subproductos agroindustriales en la alimentación animal, suplementadas con el mínimo de ingredientes requeridos para subsanar sus deficiencias nutritivas. El uso de la soca de sorgo, el residuo fibroso que queda en el campo después de realizarse la cosecha del grano de sorgo, ha sido empleado con éxito como forraje en raciones integrales en la alimentación de rumiantes en México (Salcedo y Zambrano, 1972; Sánchez, 1976; Barradas et al., 1982), por lo que la integración de las actividades ganaderas y agrícolas sorgueras es una práctica



factible y recomendable.

La soca de sorgo, como la mayoría de los esquilmos agrícolas, tiene limitaciones nutricionales por su bajo contenido de proteína cruda y alto grado de lignificación, el cual limita su consumo voluntario por los rumiantes y por ende su valor energético. Es pobre también en fósforo (Tejeda, et al. 1980).

De lo anterior se deduce que la inclusión de soca de sorgo y cualquier otro esquilmo agrícola lignocelulósico como ingrediente en la ración de rumiantes deberá ir acompañado de otros subproductos agroindustriales que subsanen sus deficiencias nutricionales. La proteína cruda puede ser aportada por fuentes de proteína convencional como son las pastas de oleaginosas y de nitrógeno no protéico como la urea (Barradas et al., 1982) o bien excremento de aves (Huitrón et al., 1981). En cuanto a la suplementación energética, ésta podría recaer básicamente en dos ingredientes: la melaza de caña de azúcar (Romero et al. 1982) y el mismo grano de sorgo. El empleo de granos en la alimentación de bovinos, está condicionado por su procesamiento, en virtud de la incapacidad fisiológica del grano para

aprovechar eficientemente el grano entero (Schneider y Flatt, 1975; Nordin y Campling, 1976; Ørskov, 1976). Todos los métodos desarrollados para el procesamiento de granos tienen por objeto alterar la estructura de su cubierta de tal forma, que se incremente el contacto y la acción de los microorganismos ruminales y sus enzimas sobre el almidón del grano y la cutícula misma (Hale y Theurer, 1972; Toland, 1979). De los granos utilizados en la alimentación de bovinos, es el sorgo (*Sorghum vulgare*) en el que se obtiene el mayor incremento en la eficiencia de su utilización como resultado de modificaciones en su estructura física (Ørskov, 1976). Los procesos industriales desarrollados con este fin son muy variados, caracterizados por una alta tecnología y equipo especializado (Hale y Theurer, 1972; Hoelscher, 1980). Su objetivo es satisfacer la demanda de la actividad pecuaria intensiva, basada en un elevado consumo de concentrados energético-proteico. La explotación de ganado de carne en pastizales tropicales se caracterizan por ser una actividad basada en escasa infraestructura y un nivel tecnológico bajo fuertemente tradicionalistas (CEPAL, 1975). Estas características de la ganadería tropical, obligan a que las innovaciones y recomendaciones tecnológicas que se -

pretendan introducir sean sencillas y prácticas en su ejecución, lo que les garantice una mayor aceptación y éxito. Bajo estas condiciones, empleo de niveles mínimos de grano como complemento energético a dietas altas en forrajes, requiere de considerar alternativas de procesamiento que aseguren su eficiente utilización y puedan realizarse a nivel explotación. Resultados obtenidos recientemente (Ørskov, 1981); sobre el incremento en la digestibilidad aparente de cereales enteros tratados con hidróxido de sodio, ofrecen la posibilidad de constituir una alternativa viable con aplicación directa en sistemas de producción ganadera extensiva.

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta en términos de consumo voluntario de soca de sorgo y ganancia de peso vivo en toretes encastados de cebú, mantenidos en condiciones de confinamiento, cuando el forraje es suplementado en forma limitada con un concentrado energético-protéico, a base de grano de sorgo entero, molido o entero tratado con hidróxido de sodio.

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Experimentación Pecuaria "El Macho", localizado en el Municipio de Tecuala, Estado de Nayarit, entre los 22°18' de latitud norte y 105° 26' longitud oeste. El clima es tropical seco Aw (Tamayo, 1962), con una precipitación media anual de 827 mm y temperaturas máxima, mínima y media son 39.5, 7 y 24 °C, respectivamente.

Se utilizaron 45 torques cruzados de cebú con un peso inicial promedio de  $187.8 \pm 21$  kg ( $\bar{x} \pm D.E.$ ) y una edad aproximada de 14-18 meses, los cuales se distribuyeron en nueve corrales, procurando balancear uniformemente todos los lotes en cuanto a peso. Las dietas experimentales se asignaron al azar a cada corral. Al inicio de la prueba, todos los animales fueron desparasitados interna y externamente y recibieron por vía intramuscular,  $4 \times 10^6$  U.I. de Vit. A,  $50 \times 10^3$  U.I. de Vit. D y 50 mg de Vit. E.

Los tratamientos experimentales estuvieron representados por tres diferentes formas de incluir el sorgo en el concentra

do: entero sin ningún tratamiento (entero), molido a través de un molino de martillos con criba de 0.5 cm (molido) y sorgo entero asperjado con una solución de 16% de NaOH, a razón de 25 lts. de solución por cada 100 kg de sorgo (alcali). La proporción final de NaOH en el sorgo fue del 4% en base seca (4% B.S.) el sorgo así tratado fue incorporado al suplemento después de 48 h. de contacto con el alcali y ofrecido en el curso de los quince días siguientes. La composición porcentual de los concentrados empleados aparece en el Cuadro 1.

La prueba de alimentación tuvo una duración de 112 días (28 días de adaptación y 84 de experimentación) durante los cuales la soca de sorgo se ofreció a voluntad y el concentrado energético-protéico a razón de 1.5 kg por cabeza al día durante los primeros 38 días de experimentación y 2.0 kg/cabeza, del día 39º al 84º.

El consumo voluntario promedio de soca de sorgo por corral se determinó por diferencia entre lo ofrecido y el sobrante diario. El registro de peso vivo se llevó a cabo al inicio (0-días) y final del experimento (84 días) con dos pesajes inter-

medios a los 28 y 56 días, previo ayuno de materia seca de 12-h. En los días 25, 50 y 75 se tomaron muestras de heces recién depositadas en dos animales por corral para realizar un conteo de la presencia de granos de sorgo entero por unidad de mate - ria fresca, como un índice del aprovechamiento del grano (Nordin y Campling, 1976).

Periódicamente, se tomaron muestras de los ingredientes em - pleados en la alimentación animal así como de los residuos co - lectados para su análisis químico posterior.

Las determinaciones de materia seca (M.S.), materia orgánica (M.O.), proteína cruda (P.C.), grasa cruda (G.C.), fibra - cruda (F.C.) y extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) se realizaron según la metodología recomendada por Aguirre (1979) y la estimación de la digestibilidad in vitro de grano de sorgo en - tero sin tratar y tratado con hidróxido de sodio, según la metodología indicada por Tejada (1979).

Los resultados obtenidos para los parámetros de consumo vo - luntario de soca de sorgo, cambios de peso vivo y la conver -

sión alimenticia se sometieron a análisis de varianza con un arreglo factorial de 3 x 3 con tres repeticiones por tratamiento. Los factores considerados fueron el tratamiento dado al grano de sorgo entero (sin tratar, molido y con aplicación de alcali) y cada uno de los tres períodos experimentales en que se realizaron las mediciones correspondientes (0-28; 29-56 y 57-84 días). La diferencia mínima significativa entre medias se obtuvo mediante el Método de Comparaciones Múltiples de Duncan y la correlación existente entre la respuesta animal en estudio y el tiempo experimental se analizó por medio del Método de Comparaciones de Polinomios Ortogonales (Little y Hills, 1972).

## RESULTADOS

La composición química de los ingredientes y concentrados empleados en las diferentes dietas experimentales se muestran en el Cuadro 2.

La disparidad en el contenido de proteína cruda entre los concentrados puede ser reflejo de un problema de muestreo, ya que en los tratamientos de sorgo entero sin tratar y tratado con NaOH, la separación entre el grano y la pasta de soya era más pronunciada.

Los Cuadros 3, 4 y 5 resumen la información obtenida en cuanto al consumo de alimento y la respuesta animal observada en términos de ganancia diaria promedio y conversión alimenticia. La forma de ofrecer el grano de sorgo manifestó un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre el consumo voluntario de la soca de sorgo, siendo este menor para el tratamiento de sorgo molido. Este mismo efecto se muestra cuando el consumo voluntario de soca de sorgo se expresa en términos de gramos de materia seca por kilogramo de peso metabólico al día ( $g\ M.S./kg^{0.75}$  /



día; Cuadro 4; Gráfica 1). El consumo de soca mostró también una relación significativa ( $P = 0.01$ ) con el período experimental considerado, describiéndose esta relación por un efecto cuadrático en todos los tratamientos con un período intermedio (29-56 días de experimentación) y mayor en el último (57-84 días). La interacción tratamiento x período no fue significativa.

Si bien los promedios de cambio de peso vivo general durante los 84 días de experimentación no fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos (Cuadro 5), las tendencias a los cambios en las ganancias promedio diarias para cada período experimental sí mostraron diferencias significativas, como lo demuestran las ecuaciones de regresión cuadráticas para los tratamientos de sorgo entero más alcali y molido en comparación con una disminución lineal altamente significativa para el tratamiento de sorgo entero sin tratar (Cuadro 6; Gráfica 2).

La incidencia de granos de sorgo enteros identificables en muestras de heces de animales, consumiendo los diferentes tra-

tamientos aparece en el Cuadro 7. Tanto la comparación entre medias para tratamiento como para los días de experimentación en los que se llevó a cabo el muestreo, arrojaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). La mayor incidencia de granos enteros se encontró en el tratamiento de sorgo entero sin tratar y una ausencia total para el tratamiento de sorgo molido. El tratamiento en el que se aplicó NaOH al sorgo entero mantuvo una posición intermedia. En cuanto al período experimental, la menor presencia de granos en heces se observó en el muestreo intermedio. La interacción tratamiento por período fue significativa ( $P < 0.05$ ), describiéndose para el tratamiento de sorgo entero más alcali con una disminución lineal en la concentración de granos enteros en heces (Y) conforme avanzaba el tiempo de experimentación (X) ( $Y = 66.39 - .673X$ ;  $r = -.72$ ;  $P < (0.01)$  mientras que para el tratamiento de sorgo entero, la misma relación se describe en base a una ecuación cuadrática ( $Y = 406.3 - 13.3 + 0.124 X^2$ ).

Con el propósito de estimar el efecto que el tratamiento con hidróxido de sodio al 4% en B.S. ejerció sobre el grano de sorgo entero, se realizaron determinaciones de la digestibili-

dad in vitro de la materia seca y orgánica (DIVMS y MO) de grano de sorgo entero sin tratar y tratado con NaOH en concentraciones del 0, 2, 4, 6 y 8% en B.S. El período de contacto entre el sorgo y el alcali previa determinación de su digestibilidad in vitro fue de siete días. Los resultados se muestran en el Cuadro 8. El incremento en el % DIVMS y MO fue lineal y significativo.

( $P < 0.05$ ) conforme aumentó la concentración del alcali. La aplicación del 4% de NaOH en B.S. duplicó el % DIVMS y MO del grano de sorgo entero en comparación con grano sin tratar.

C U A D R O I

COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS CONCENTRADOS EMPLEADOS.

<u>INGREDIENTE</u>	<u>%</u>
Grano de sorgo (entero molido o tratado con alcali).	63.8
Pasta de soya	23.8
Urea	2.8
Sal común	4.10
Roca fosfórica	5.38
Minerales traza <sup>1/</sup>	0.12

1/ Composición calculada de minerales por tonelada de alimento. MgO, 350g; ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 250g; Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, 125g; K<sub>2</sub>O - - 0.35g; CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.75g.

CUADRO 2

COMPOSICION QUIMICA DE INGREDIENTES Y SUPLEMENTOS EMPLEADOS  
EN LAS DIETAS EXPERIMENTALES

<u>Ingredientes:</u>	<u>M.S.</u>	<u>% BASE SECA</u>					
		<u>Cen.</u>	<u>M.O.</u>	<u>P.C.</u>	<u>G.C.</u>	<u>F.C.</u>	<u>EL.N.</u>
Sorgo entero	81.3	1.9	88.1	8.6	2.8	2.1	84.6
Pasta de soya	88.0	5.9	94.1	54.3	1.2	5.2	33.3
Soca de sorgo	91.4	10.7	89.3	3.4	1.3	30.5	54.1
<u>Suplemento a base de sorgo:</u>							
Entero	86.4	11.9	88.1	25.9	1.6	2.1	58.1
Molido	86.7	16.9	83.1	28.2	1.5	2.0	57.3
Alcali	80.0	13.3	86.7	33.8	1.9	5.5	55.5

C U A D R O    3

RESPUESTA ANIMAL DURANTE 84 DIAS AL CONSUMO DE SOCA DE SORGO  
Y SUPLEMENTO DE SORGO OFRECIDO ENTERO, MOLIDO O ENTERO  
TRATADO CON HIDROXIDO DE SODIO

	T R A T A M I E N T O		
	<u>Entero</u>	<u>Molido</u>	<u>Alcali</u>
<u>Consumo de alimento (Kg/cab/día):</u>			
<u>Suplemento:</u>			
0 - 38 días	1.5	1.5	1.5
39 - 84 días	2.0	2.0	2.0
Forraje	6.6 <sup>1/</sup> <sub>b</sub>	6.1	6.8 <sub>b</sub>
<u>Cambios de peso vivo (kg):</u>			
Peso Inicial	190 a	191 a	184 a
Peso Final	226 a	230 a	225 a
Ganancia diaria	0.454 a	0.462a	0.515a
<u>Conversión Alimenticia:</u>			
	27.5 a	42.2 a	26.5 a

1/ P < 0.05

C U A D R O 4

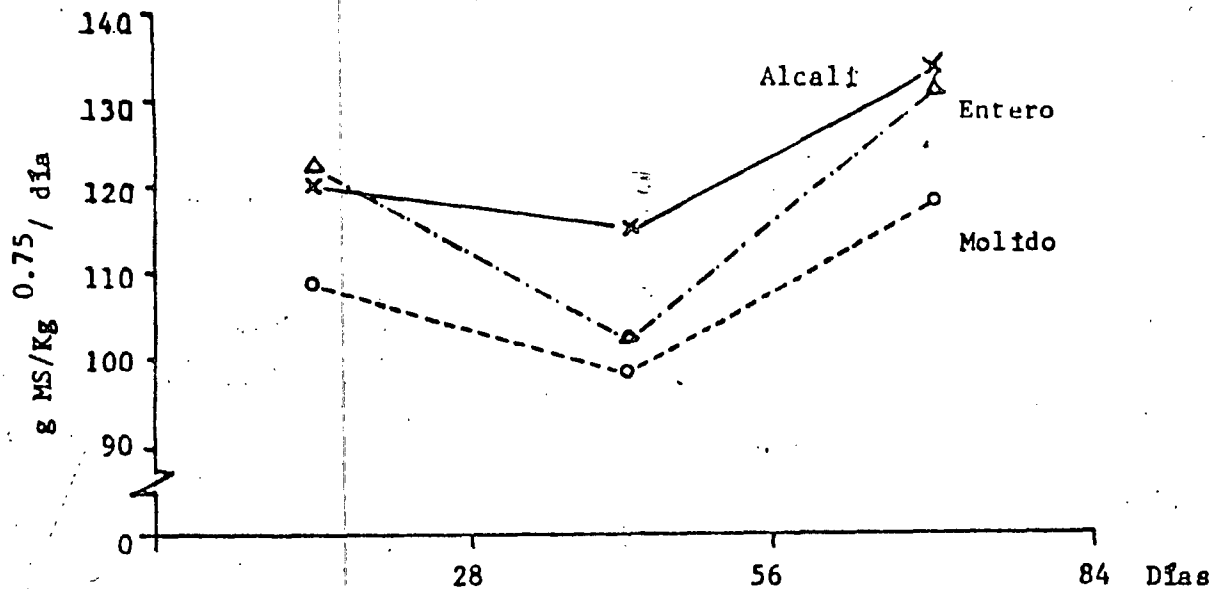
CONSUMO VOLUNTARIO DE SOCA DE SORGO (g/Kg<sup>0.75</sup>/día)

<u>Tratamiento</u>	<u>PERIODOS (días)</u>			<u><math>\bar{x}_{\text{Trat.}}</math></u>
	<u>0-28°</u>	<u>29-56°</u>	<u>57-84°</u>	
Entero	122.1	101.5	133.1	188.9 b
Molido	108.9	99.2	119.3	101.1 a
Alcali	121.8	114.2	134.0	123.3 b <sup>1/</sup>
$\bar{x}_{\text{Per.}}$	117.6 b	104.9 a	128.8 c	

1/ P < 0.01.

GRAFICA 1.

CONSUMO VOLUNTARIO DE SOCA DE SORGO POR TQRETES ACEBUZADOS, SUPLEMENTA-  
DOS CON CONCENTRADO A BASE DE SORGO ENTERO SIN TRATAR, MOLIDO O ENTERO  
ADICIONADO CON HIDROXIDO DE SODIO.





C U A D R O 5

CAMBIOS DE PESO VIVO PROMEDIO POR TRATAMIENTO Y PERIODO EXPERIMENTAL (g/cab/día).

<u>Tratamiento</u>	<u>PERIODOS (DIAS)</u>			$\bar{x}_{\text{Trat.}}$
	<u>0-28<sup>o</sup></u>	<u>29-56<sup>o</sup></u>	<u>57-84<sup>o</sup></u>	
Entero	766	326	269	454 a <sup>1/</sup>
Molido	761	276	349	462 a
Alcali	981	223	342	515 a
$\bar{x}_{\text{Per.}}$	836 b	275 a	320 a	

1/  $P < 0.01$ .

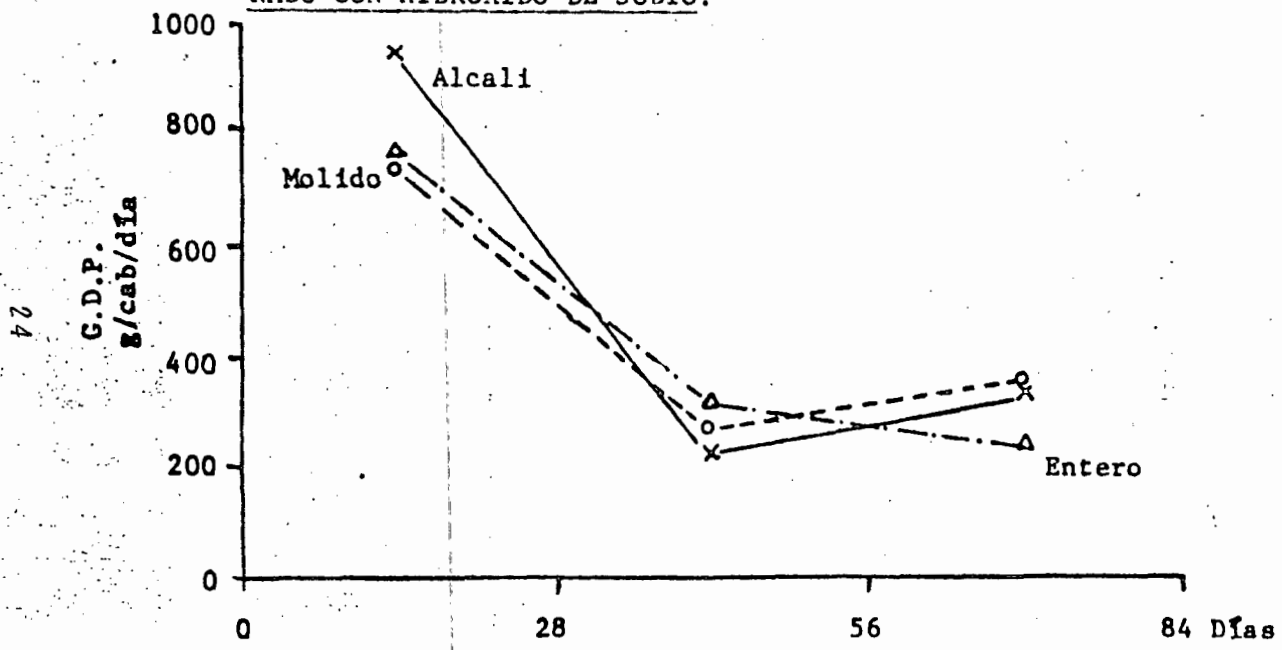
C U A D R O    6

CORRELACION ENTRE EL PROMEDIO DE GANANCIA DE PESO DIARIO (Y) SOBRE EL PERIODO EXPERIMENTAL (X), PARA TORETES ACEBUZADOS SUPLEMENTADOS CON GRANO DE SORGO ENTERO SIN TRATAR, MOLIDO O ENTERO ADICIONADO.

<u>Tratamiento</u>	<u>Educación de regresión</u>	<u>Nivel de significancia</u>
Entero	$Y = 951.1 - 8.9X$	$P < 0.01$
Molido	$Y = 1804.2 - 47.2X + 0.36 X^2$	$P < 0.05$
Alcali	$Y = 2565.3 - 72.5X + 0.55 X^2$	$P < 0.01$

GRAFICA 2.

GANANCIA DIARIA PROMEDIO DE TORETES ACEBUZADOS CONSUMIENDO SOCA DE SORGO Y CONCENTRADO A BASE DE SORGO ENTERO SIN TRATAR, MOLIDO O ENTERO ADICIONADO CON HIDROXIDO DE SODIO.



C U A D R O    7

NUMERO DE GRANOS DE SORGO ENTERO PRESENTES EN 200 g  
DE HECES FRESCAS.

<u>Tratamiento</u>	<u>Días de experimentación</u>			<u><math>\bar{x}_{Trat.}</math></u>
	<u>25º</u>	<u>50º</u>	<u>75º</u>	
Entero	151.3	51.2	106.3	109.9 c
Molido	0.0	0.0	0.0	0.0 a
Alcali	51.8	28.2	18.2	32.7 b <sup>1/</sup>
$\bar{x}_{Per.}$	67.7 b	26.4 a	41.5 ab	

1/ P < 0.05.

C U A D R O    8

PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA MATERIA SECA Y ORGANICA DE SORGO ENTERO TRATADO CON DIFERENTES NIVELES DE HIDROXIDO DE SODIO.

	Tratamiento ( % NaOH en B.S.)					
<u>8 Digestibilidad</u> <u><i>in vitro</i></u>	0	0 (Agua)	2	4	6	8
Materia seca	32.8a <sup>1/</sup>	48.2ab	57.0ab	66.5cd	64.2cd	86.9d
Materia orgánica	32.8a	48.2ab	58.3ab	66.0abc	61.5bc	87.4c

1/- P < 0:05.

## DISCUSION

El incremento significativo ( $P < 0.05$ ) en el porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia seca y orgánica del grano de sorgo entero tratado con 4% de NaOH (B.S.) aunado a la disminución significativa ( $P < 0.05$ ) en el índice de granos enteros presentes en las heces de animales, consumiendo sorgo tratado con NaOH en comparación con sorgo entero sin tratar, comprueban el efecto positivo que el tratamiento alcalino ejerció sobre la digestibilidad del sorgo entero. El mismo efecto ha sido observado en términos de digestibilidad in situ para otros cereales (Orskov, 1980 y 1981; Fagan y Kempton, 1981). La relación inversa entre la proporción de granos enteros de cereales en heces y su digestibilidad se supone refleja el grado de rompimiento del grano durante la ingestión y rumia y por lo tanto el grado de contacto entre el substrato almidón y los microorganismos ruminales y sus enzimas (Nordin y Campling, 1976). Este proceso es más ineficiente para el grano más pequeño y denso del cual escapa en mayor proporción de los procesos de trituración dental: 62% vs. 41% para sorgo en comparación con avena (Nordin y Campling, 1976). Sin embargo, éstos mismos

autores reportan una pobre relación entre la concentración de granos enteros de sorgo en heces y la digestibilidad de la materia orgánica del mismo grano o de la ración total, en con --  
traste con la avena. Esto nos indica que la concentración de granos de sorgo enteros en heces no debe ser considerado como un buen indicador por si solo de su grado de digestibilidad. Toland (1979) por otra parte, sugiere que el rompimiento de la cutícula de los granos durante la fermentación ruminal, es un factor decisivo en la digestibilidad final del grano entero, suministrado junto con forrajes toscos al ganado. Esta condi -  
cionante ha sido comentada también por Orkosv (1981), quien menciona que el tiempo de retención de cutículas pequeñas el el rumen, es menor cuando la dieta consta de forrajes toscos en comparación con dietas altas en concentrados. Por lo tan -  
to, se puede esperar que una mayor cantidad de granos enteros de cereales aparezcan en las heces cuando se proporcionan como suplementos a dietas altas en forrajes, de aquí que su procesa miento físico de molienda, quebrado, peletizado, extrusado o tratado químicamente revista una mayor importancia en este tipo de dietas. La mayor diegestibilidad in vitro y la menor concentración en heces de granos enteros tratados con alcali,-

observados en este experimento pueden ser considerados por lo tanto como indicadores de un efecto desorganizador del NaOH sobre la integridad de la cutícula del grano, permitiendo así su mayor degradación ruminal y por ende su utilización. Los resultados reportados por Vank et al. (1979), Ørskov (1981) apoyan esta suposición.

El incremento en el consumo voluntario de soca de sorgo con el tratamiento de sorgo tratado con alcali, en comparación con sorgo molido puede ser la consecuencia del establecimiento de dos patrones de fermentación y cinética ruminal diferentes. En el caso del sorgo molido, la inmediata disponibilidad del almidón y su transformación en ácidos grasos volátiles, ocasiona una disminución en el pH ruminal que altera la población microbiana, muy en particular las bacterias celulolíticas. Este efecto se refleja en una disminución de la tasa de digestión de la celulosa y un aumento en su tiempo de retención ruminal. Cuando se ofrece el grano entero tratado con alcali, la liberación y fermentación del almidón tiene lugar más lentamente, por lo que el pH ruminal se mantiene con poca variación, sin afectar la población bacteriana celulolítica y su actividad original, reduciendo el tiempo de permanencia del forraje en



el rumen. Todo esto se traduce en un mayor consumo no sólo del forraje sino de energía total. Respuestas similares en el consumo voluntario de forraje como resultado de ofrecer grano de cebada tratada con NaOH en comparación con procesados, han sido reportados por Ørskov (1981).

Las GDP obtenidas en este estudio, superan las reportadas en la literatura con toretes de edad similar, mantenidos en condiciones de libre pastoreo durante la época de secas (Carrete y Eguiarte, 1982; Eguiarte et al. 1982a). Simultáneamente con la conducción del presente estudio, se registró el cambio de peso vivo de un grupo de 13 toretes provenientes del lote original del que se seleccionaron los animales experimentales. Este grupo se mantuvo en pastoreo de zacate Estrella Africana, con suplementación de sal mineralizada únicamente, práctica representativa de un manejo tradicional. La ganancia diaria promedio de peso vivo durante 86 días fue de  $281 \pm 129$  ( $\bar{x} \pm D.E.$ ) gramos por cabeza. El nivel teórico requerido de 520 g de GDP para obtener animales de 420 kg en 24 meses, se logró en el tratamiento de sorgo entero tratado con NaOH. En el caso del sorgo entero sin tratar o molido, las GDP fueron inferiores, aunque no estadísticamente diferentes al tratamiento de sorgo-

más álcali (454 y 462 vs 515), respectivamente, basados en este parámetro únicamente, podría concluirse que ofrecer el grano entero sin tratamiento alguno, produce los mismos resultados de GDP que si se somete al procesamiento de molienda o químico, e inclusive se podría cuestionar la necesidad de suplementar con grano. Sin embargo, la insensibilidad de este parámetro por si solo de reflejar efectos nutricionales de tratamientos, ha sido comentado con anterioridad (C.A.B., 1961; Tulloch et al., 1973; Zorrilla y Robinson, 1982). Por lo tanto, el incremento de la DIVMS y MO, la reducción en la concentración de granos enteros en heces y el aumento en el consumo total de energía cuando se ofreció el sorgo tratado con NaOH, son parámetros todos ellos que confirman un incremento en el valor nutritivo de la dieta consumida y un positivo efecto en el comportamiento animal.

---

Las diferentes tendencias entre los tratamientos con sorgo entero más álcali vs. entero sólo en las GDP por período, reflejan cambios en el consumo voluntario, en el valor nutritivo del material ingerido y en la eficiencia de su utilización en favor del tratamiento de sorgo entero más álcali. Cuando se comparan las GDP por período, independientemente del tratamien

to, la mayor tasa de aumento en el 1º período, puede atribuirse a que siendo los animales más ligeros al principio, sus requerimientos nutritivos eran cubiertos con una menor proporción del alimento total consumido y el resto destinado a ganancia de peso. Aunado a esto se puede argumentar la posibilidad de un crecimiento compensatorio, actuando en esta etapa en la que los consumos totales excedían en mayor proporción a los requerimientos de mantenimiento, en comparación con las etapas subsecuentes. No se considera la posibilidad de cambios en el contenido gastrointestinal, en virtud de haberse contado con un período de adaptación de 28 días previo al primer peso considerado en el experimento. La tendencia a incrementar la GDP en el 3er. período para el tratamiento de sorgo entero tratado con NaOH, refleja el aumento en el consumo voluntario de una dieta más nutritiva y más eficientemente utilizada en comparación de los otros dos tratamientos. La razón de porqué este aumento en el consumo voluntario tuvo lugar en este último período experimental (entre los 57 y 84 días), es difícil de explicar. La única indicación indirecta que se obtuvo sobre una posible mejora en la eficiencia de utilización del grano entre los períodos 2º y 3º, es la tendencia lineal demostrada a disminuir el número de granos de sorgo entero recuperado en las

heces. Posiblemente estas mejoras en la eficiencia de utilización del grano sea aplicable a toda la ración.

La información presentada indica que toros acebuzados de 14-18 meses de edad y con un rango de peso vivo de 185-220 kg consumiendo una dieta a base de soca de sorgo, pasta oleaginosa y sorgo entero tratado con NaOH al 4% en B.S. a razón de 6.8, 0.400 y 1.0 kg respectivamente, alcanzaron GDP del orden de 450 a 500 g. Estos consumos traducidos en términos de MS y P.C. corresponden a 8.2 y .534 kg/cab/día respectivamente, o sea el 141 y 94% de los requerimientos especificados por normas extranjeras (NAS, 1976). Lo inadecuado en la aplicación generalizada de normas de alimentación, elaborados bajo medios ambientes diferentes a los tropicales, con recursos alimenticios y genotipos desímbolos, es una vez más puesto de manifiesto (Rodríguez et al., 1973; Preciado et al. 1981).

## C O N C L U S I O N E S

Los resultados presentados indican la factibilidad de lograr GDP superiores a los 500 g en toretes acebuzados alimentados en condiciones de confinamiento, a base de soca de sorgo - suplementada con un mínimo de grano y subproductos agroindus - triales. Esta tasa de crecimiento durante la época de secas - elimina uno de los factores que reduce a la eficiencia de pro - ducción del ganado de carne en condiciones extensivas en cli - mas tropicales secos, al permitir la producción de toretes al abasto de 420 kg de peso vivo en 24 meses y también, alcanzarla pubertad en vaquillas con pesos vivos adecuados a una edad de 14-18 meses.

Igualmente, se demostró la posibilidad de incrementar la ~~eficiencia en la utilización del grano de sorgo entero en la~~ alimentación de bovinos a través de su tratamiento con hidróxi do de sodio, lo que elimina la dependencia un equipo especiali zado costoso y alta tecnología requerida para obtener los mis - mos resultados a través del procesamiento industrial del gra - no.

La información presentada apoya al concepto de la necesidad de elaborar normas de alimentación animal y tablas de re - querimientos nutritivos apropiados a condiciones propias de ex - plotación, caracterizadas por condiciones climáticas, disponibilidad de ingredientes alimenticios, material genético y nive - les de producción representativos de zonas geográficas y situa - ciones socio-económicas específicas.

## LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, M. 1979  
MEMORIAS SOBRE EL CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE ANALISIS DE  
INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ALIMENTACION ANIMAL.  
INIP-SARH. NOVIEMBRE, 1979: 11-1
  
- BARRADAS, L.H.; R. GUARNEROS A.; R.M. COOK; MENENDEZ T.;  
H. ROMAN P. Y A. SHIMADA M. 1982.  
COMPORTAMIENTO DE BOVINOS EN CRECIMIENTO, ALIMENTADOS A  
BASE DE PAJA DE SORGO Y MELAZA ADICIONADOS CON UNA MEZCLA  
DE ISOACIDOS. MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION  
PECUARIA EN MEXICO. MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982.  
453.
  
- CARRETE, C.F. Y J.A. EGUIARTE V. 1982.  
COMPARACION DE TRES METODOS DE PASTOREO DE TEMPORAL DE ZACA  
TE ESTRELLA, EN LA COSTA NORTE DEL ESTADO DE NAYARIT.  
MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO,  
MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982; 426.

- COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA. 1975  
LA INDUSTRIA DE LA CARNE DE GANADO BOVINO EN MEXICO.  
FONDO DE CULTURA ECONOMICA. MEXICO.
  
- COMMONWEALTH AGRICULTURAL BUREAUX. 1961  
RESEARCH TECHNIQUES IN USE AT THE GRASSLAND RESEARCH  
INSTITUTE HURLEY.  
BULLETIN 45, C.A.B. HURLEY BERKSHIRE, ENGLAND: 71
  
- EGUIARTE, J.A.: R. GARZA.: J. LAGUNES L. Y C.G. RODRIGUEZ.  
P. 1982 a.  
PRODUCCION DE CARNE EN ZACATE ESTRELLA DE AFRICA BAJO DOS  
SISTEMAS DE PASTOREO Y DOS NIVELES DE FERTILIZACION.  
MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO.  
MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982; 421.
  


---

- EGUIARTE, J.A.; R. GARZA T., J. LAGUNES L.; C.G. RODRIGUEZ  
P. y S. SOLANA M. 1982 b.  
EFECTO DE LA SUPLEMENTACION MINERAL Y LA FERTILIZACION AL -  
PASTIZAL EN LA RESPUESTA BIOLOGICA DEL GANADO BOVINO EN PAS  
TOREO DE ZACATE ESTRELLA.



MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO.  
MEXICO, D.F. OCTUBRE 1982; 438.

- FAGAN, R.J. Y T.J. KEMPTON. 1981.

THE EFFECT OF SODIUM HIDROXIDE TREATMENT AND PHYSICAL  
PROCESSING OF WHOLE WHEAT GRAIN ON DISAPPEARANCE OF DRY  
MATTER FROM NYLON BAGS IN THE RUMEN OF SHEEP.  
PROC. NUTR. SOC. AUGUST 6: 133.

- GONZALEZ, P.E. 1982.

PROGRAMAS INTEGRALES DE MANEJO PARA APROVECHAR EL POTENCIAL  
DEL TROPICO MEXICANO, PARA PRODUCIR CARNE DE VACUNOS.  
VIII CONGRESO NACIONAL DE BUIATRIA.  
VERACRUZ, VER. OCTUBRE, 1982.

- ~~- HALE, W.R. Y C.B. THEURER, 1972.~~

FEED PREPARATION AND PROCESSING. EN:

"DIGESTIVE PHYSIOLOGY AND NUTRITION OF RUMINANTS. VOL. 33  
PRACTICAL NUTRITION".

ED. D.C. CHURCH. OREGON STATE UNIVERSITY, CORVALLIS  
OREGON, U.S.A.: 49

- HOELSCHER, M.A. 1980.  
GRAIN PROCESSING SYSTEMS FRO MILO AND CORN.  
FEEDSTUFFS. 52 (47): 12.
  
- HUITRON, M.G.; L. PEÑA T. y J.M. ZORRILLA R. 1981  
ALTERNATIVAS DE MANEJO DE GANADO PRODUCTOR DE CARNE EN EPO-  
CAS DE SEQUÍA. 1. ALIMENTACION DE VAQUILLAS A BASE DE ES -  
QUILMOS Y SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.  
MEMORIAS XV REUNION ANUAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTI  
GACIONES PECUARIAS.  
INCA RURAL-SARH. MEXICO, D.F. DICIEMBRE 1981: 127.
  
- KÖPPEL, E.T.R.; H. CASTILLO R. y R. RUIZ D. 1982.  
PUBERTAD EN TORETES BOS INDICUS Y BOS TAURUS, MANTENIDOS EN  
CLIMA TROPICAL.  
MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO.  
MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982.: 639.
  
- LITTLE, T.M. y F.J. HILLS. 1972.  
STATISTICAL METHODS IN AGRICULTURAL RESEARCH.  
AGRICULTURAL EXTENSION.  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY, CALIFORNIA, U.S.A. 167

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1976  
NUTRIENT REQUERIMENTS OF BEEF CATTLE. NUMBER 5. 5TH ED.  
NATIONAL RESEARCH COUNCIL.  
WASHINGTON, D.F.
  
- NORDIN, M. Y R.C. CAMPLING. 1976.  
DIGESTIBILITY STUDIES WITH COWS GIVEN WHOLE AND ROLLED  
CEREAL GRAINS. ANIM. PROD. 23: 305.
  
- PEREZ, P.C. Y R. GARZA T. 1981.  
SUPLEMENTACION A VAQUILLAS EN PASTOREO DURANTE LAS EPOCAS  
CRITICAS DE EXCESO Y ESCASEZ DE LLUVIAS.  
TEC. PEC. MEX. SUPLEMENTO 8: 7
  
- PRECIADO, DE LA T.; T.; M. ASPRON Y J.M. ZORRILLA R.  
1981.  
CONSUMO DE NUTRIENTES Y CAMBIOS DE PESO DE VACAS GUZERAT,  
MANTENIDAS EN CONFINAMIENTO DURANTE EL ULTIMO TERCIO DE LA  
GESTACION Y LA LACTANCIA.  
VIII REUNION ASOCIACION LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANI -  
MAL. RESUMEN. STO. DOMINGO, REP. DOMINICANA.  
OCTUBRE 1981.: R-44.

- ØRSKOV, E.R. 1976.  
THE EFFECT OF PROCESSING ON DIGESTION AND UTILIZATION  
OF CEREALS BY RUMMINANTS.  
PROC. NUTR. SOC. 35 : 245.
  
- ØRSKOV, E.R. 1980.  
WHOLE GRAIN FEEDING FOR RUMINANTS. VET. REC. 106: 399.
  
- ØRSKOV, E.R. 1981.  
RECENT ADVANCES IN THE UNDERSTANDING OF CEREAL PROCESING  
FOR RUMINANTS, EN: "RECENT DEVELOPEMENTS IN RUMINANT  
NUTRITION".  
EDS. W. HARESING Y D.J.A. COLE, BUTTERWORTHS, LONDON: 258.
  
- RODRIGUEZ, G.F.; H. ROMAN P. Y H. MERINO Z. 1973.  
EFICIENCIA E INDICE ALIMENTICIO DE GANADO LECHERO EN LAS  
RAZAS HOLSTEIN Y SUIZA EN CLIMA TROPICAL.  
TEC. PEC. MEX. 24: 17.
  
- ROMERO, G.H.; M. CANEZ C.; R. ZAMBRANO H.; C. CAJAL M. Y G.  
LLAMAS L. 1982.

COMPORTAMIENTO DE NOVILLOS ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE PAJA DE TRIGO Y DIFERENTES NIVELES DE MELAZA Y PROTEINA.

MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION EN MEXICO.

MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982: 321.

- SALCEDO, E. Y R. ZAMBRANO G. 1972.

COMPARACION DE CUATRO FORRAJES EN LA ENGORDA DE VAQUILLAS EN CORRALES.

TEC. PEC. MEX. 21 : 42 (RESUMEN).

- SANCHEZ, G.E. 1976.

CAMBIOS EN LA COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES DE BAJA CALIDAD NUTRITIVA, MEDIANTE EL USO DE DIVERSOS COMPUESTOS QUIMICOS.

TEC. PEC. MEX. 31 : 68.

- SCHEIDER, B.E. Y W.P. PLATT. 1975

THE EVALUATION OF FEEDS THROUGH DIGESTIBILITY EXPERIMENTS.

THE UNIVERSITY OF GEORGIA PRESS. ATHENS U.S.A.: 288

- TAMAYO, J.L. 1962.  
GEOGRAFIA GENERAL DE MEXICO.  
2a. EDICION. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS.  
MEXICO, D.F.: 103.
  
- TEJADA DE H., I. 1979.  
DIGESTIBILIDAD IN SITU E IN VITRO. EN: "MANUAL DE TÉCNICAS  
DE INVERIGACION EN NUTRICION DE RUMIANTES".  
EDS. A. SHIMADA M. Y J.M. ZORRILLA R. INIP-SARH.: 138,
  
- TEJADA DE H., I.; J.M. BARRUECOS Y H. MERINO Z. 1980.  
ANALISIS BROMATO LOGICO DE ALIMENTOS EMPLEADOS COMO INGRE -  
DIENTES EN NUTRICION ANIMAL.  
TEC. PEC. MEX. 38 : 31.
  
- TOLAND, P.C. 1979.  
LOSS OF STARCH AND FIBRE OF WHOLE GRAIN IN NYLON BAGS  
SUSPENDED IN THE RUMEN OF STEERS.  
J. AGRIC. SCI., CAM. 92 : 243.

- TULLOCH, N.M.; HOWARD, W.R. SHORTHOSE, R.M. BUTTERFIELD Y P.L. THOMAS. 1973.

FIELD TECHNIQUES FOR INVESTIGATION OF PRE-WEANING GROWTH POST-WEANING GROWTH, BODY COMPOSITION AND MEAT STUDIES. EN: "MANUAL OF TECHNIQUES FOR FIELD INVESTIGATIONS WITH BEEF CATTLE.

ED. G.I. ALEXANDER. COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION, CAMBERRA, AUSTRALIA.: 12-1

- YAUK, J.C.; R.G. TEETER Y F.N. OWENS. 1979

HYDROXIDE TREATMENT OF MILO.

71 *st.* ANNUAL MEETING AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE (ABSTRACTS). UNIVERSITY OF ARIZONA, TUCSON, AR. JULIO 1979.; 421.

- ZARAZUA, R.I. Y M. MONTANO. 1982.

EVALUACION DE CHAROLAIS, CHIANINA, LIMOUSIN, PARDO SUIZO Y SIMMENTAL EN CRUZAMIENTO. II. CRECIMIENTO AL AÑO DE EDAD. MEMORIAS DE LA REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO. MEXICO, D.F., OCTUBRE 1982 : 732.

- ZORRILLA, R.J. Y J.J. ROBINSON. 1982.

UREA Y PASTA DE SOYA COMO FUENTES DE NITROGENO PARA BORRE -  
GAS GESTANTES.

TEC. PEC. MEX. 42: 27.