

4021/1000



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“EFECTO DE LA ADICION DE NaOH A ENSILAJES DE CAÑA DE AZUCAR  
CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y LA SUPLEMENTACION CON  
MONENSIN SOBICO EN DIETAS PARA BORREGOS”**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECHNISTA**

**P r e s e n t a :**

**MARIA LUISA CUARON BLANCO**

Asesor: **M. V. Z. ARMANDO S. SHIMADA**

México, D. F.

**TESIS DONADA POR  
D. G. B. - UNAM**

1981



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.

## RESUMEN

"EFECTO DE LA ADICION DE NaOH A ENSILAJES DE CAÑA DE AZUCAR CON DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD Y LA SUPLE<sub>U</sub>MENTACION CON MONENSIN SODICO EN DIETAS PARA BORREGOS"

Cuarón Blanco Ma. Luisa

Asesor: M.V.Z. Armando S. Shimada

Se efectuaron dos experimentos de comportamiento ambos con 48 borregos Pelibuey de 17.4 kg y 22.3 kg de peso promedio, respectivamente, con objeto de estudiar el efecto de adicionar NaOH (4% base seca) a la caña de azúcar al momento de ensilar. En el primero, se comparó ensilaje de caña fresca sin aditivo, contra ensilajes de caña fresca, marchitada al sol y quemada en pie, adicionados con el álcali. El aditivo permitió mayores ganancias diarias de peso y consumo voluntario con respecto al testigo sin álcali ( $P < 0.01$ ) independientemente del tratamiento físico seguido.

En el segundo experimento, se estudió la adición de NaOH al ensilar y el uso del monensin sódico en el suplemento. Obteniéndose una mayor ganancia diaria de peso con - ( $P < 0.005$ ) y un consumo de forraje también superior para a-quellos en los que se adicionó el álcali con respecto al testigo; para el efecto del monensin sódico se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), en el consumo de forraje, así como una interacción significativa ( $P < 0.05$ ) de álcali x monensin sódico, siendo más notorio su efecto reductor en el consumo voluntario en la dieta con el forraje de más baja calidad.

Se concluye que la adición de NaOH al momento de ensilar caña de azúcar mejora su valor nutritivo, y el monensin sódico reduce el consumo voluntario sin afectar la gananacia de peso.

## I N D I C E

I.	INTRODUCCION .....	1
II.	MATERIAL Y METODOS .....	6
	2.1 Localización	
	2.2 Caña de azúcar empleada	
	2.3 Animales	
	2.4 Procedimiento experimental	
	2.5 Experimento 1	
	2.6 Experimento 2	
III.	RESULTADOS .....	11
	3.1 Experimento 1	
	3.2 Experimento 2	
	3.3 Gráficas experimento 1	
	3.4 Gráficas experimento 2	
	3.5 Cuadros experimentos 1 y 2	
	3.6 ANVA experimento 1	
	3.7 ANVA experimento 2	
IV.	DISCUSION .....	30
	4.1 Análisis químico	
	4.2 Experimento 1	
	4.3 Experimento 2	
V.	CONCLUSIONES .....	33
VI.	BIBLIOGRAFIA .....	34

## INTRODUCCION

El reto más grande mundialmente, es la producción de alimentos necesarios para la nutrición humana, es un reto que ha existido desde tiempo atrás y que sin embargo se agrava día a día, un renglón muy importante al respecto, lo constituye la producción de alimentos de origen animal; en el año de 1974 la FAO reportó que para una población mundial de 3,904.9 millones de seres humanos, correspondía una de 1,178.9 millones de cabezas de ganado. Esta misma organización estima necesario el consumo diario de 37 g. de proteínas de origen animal por persona y en México se tiene un consumo que está entre 14 y 25 g., estimación que se hace más dramática si se observa que la disponibilidad de alimentos de origen animal por habitante, disminuye; por lo que es necesario aprovechar al máximo los recursos humanos y naturales del país para incrementar dicha producción.

México es uno de los países, que por su situación geográfica se encuentra dentro de la faja tropical del mundo, con un 26 % de su territorio en áreas tropicales, las que ofrecen diversos recursos, pero que también se enfrentan a diferentes problemas, tales como, las lluvias, que si bien el 73 % de éstas áreas reciben más de 300 mm de precipitación anual, no es una precipitación regularmente distribuida, porque se concentran sólo en ciertos meses del año, afectando la disponibilidad del pasto y por ende de la producción animal.

Se sabe que una producción ganadera eficiente depende en gran medida de la disponibilidad durante todo el año de forraje suficiente y de la debida calidad; por -

lo que una de las necesidades más apremiantes la constituye la práctica de acumulación de reservas forrajeras.

Los métodos tradicionales para ésta práctica - son el desecado o henificado y el ensilaje; éste último ha tenido grandes tropiezos por el hecho de que para algunos productores constituye una amarga experiencia, fruto de la falta de información y de la confusión que existe sobre - los principios del ensilaje, sin embargo para otros es un trabajo de rutina que forma parte del manejo del estable - cimiento.

Las características deseables para que un forraje se pueda ensilar son:

- a) contenido de materia seca de 28 a 34 %
- b) glúcidos solubles de 6 a 8 % en base seca
- c) mínima capacidad buffer
- d) proteína menos del 10 % en base seca
- e) elevada concentración de lactobacilos.

Estas, junto con una temperatura y un grado de compacta -- ción conveniente, predispondrán una buena fermentación con la formación de ácido láctico, al que se ha asociado con - la calidad del ensilaje (McCullough, 1977).

Sin embargo, no todos los forrajes llenan éstas características y por lo tanto se han intentado varios procedimientos para modificar la fermentación. Uno de éstos - forrajes es la Caña de Azúcar.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) ha - despertado gran interés y México es considerado como uno -

de los principales países productores con una cifra superior a los 30 millones de toneladas anuales; no obstante - el bajo contenido de proteína, las principales ventajas que ofrece, son los altos rendimientos unitarios, elevado aporte de nutrientes digestibles 14 a 17 tn/ha. (Chapman, 1976) es el forraje tropical de mayor valor energético y es un cultivo perenne. Tradicionalmente se utiliza para abastecer a la industria azucarera, por lo que podría pensarse en una competencia en la alimentación del hombre, no obstante con frecuencia quedan superficies de caña sin cortar CNIA-UNPASA (1978) reportó casi un millón de toneladas, mucha de ésta por no llenar los requisitos exigidos para los ingenios, quedando como "caña parada", de tal forma que podrían tener uso en la alimentación animal ya sea fresca o ensilada, ésta última es de preferirse por varias razones entre ellas: se tendría un alimento disponible para cualquier época del año, se despejarían los cañaverales para una nueva cosecha, económicamente es favorable en comparación con otros ensilajes (Ortiz et al, 1973).

Sin embargo, el inconveniente de ensilar la caña de azúcar lo constituye el tipo de fermentación.

La caña posee elevados azúcares fermentecibles - (14-18%), por lo que la fermentación puede ser dominada por la presencia de levaduras (Saccharomyces spp) (Ohyama y Hara, 1975), que convierten los azúcares en alcohol, bajo condiciones anaeróbicas y pH bajo, teniéndose en el producto final un alto contenido de etanol (Preston, Hinojosa y Martínez, 1976) hecho que repercute probablemente en el bajo consumo voluntario por parte de los animales (James, 1973)

Para hacer más atractiva la idea de ensilar la caña de azúcar, modificando la fermentación alcohólica, se han intentado diversos tratamientos y aditivos tales como: procesos de marchitado (Viana, Shimada y Calderón, 1978), o como la adición de amoníaco y urea (Alvarez y Preston, 1976) y el uso de ácidos minerales (Preston et al., 1976), con diferentes grados de respuesta.

Tufinio et al. (1978) emplearon como alternativa el NaOH de tal manera que al subir el pH inicial inhibiera el crecimiento de las levaduras presentes en la caña de azúcar, favoreciendo posteriormente a los lactobacilos con la consecuente producción de ácido láctico a costa de etanol.

Más tarde Viana et al. (1978) y partiendo de los resultados de Tufinio, demostraron que al usar NaOH al 4 % base seca al momento de ensilar, permitió controlar la producción de alcohol y aumentar el consumo voluntario del forraje hasta en un 50 %, reflejándose esto en el crecimiento de los animales, así mismo se observó que la adición del álcali provocó un aumento significativo en el contenido de ácido propiónico a nivel ruminal.

El monensín sódico es un producto al que se le conoce también con propiedades propiogénicas; éste es un compuesto biológicamente activo extraído del Streptomyces cinnamomensis (Haney and Hoehn, 1967) que previene efectivamente la coccidiosis en aves y que se le ha atribuido como característica en rumiantes el efecto de cambiar las concentraciones de los ácidos grasos volátiles. (Richardson, Raun, Potter, Rathmacher and Cooby, 1976) obtuvieron un incremento



de hasta un 43.5 % de ácido propiónico ruminal al ofrecer-  
500 mg diarios por cabeza en una prueba con bovinos fistu-  
lados, decreciendo las proporciones de ácido acético y bu-  
tírico; en otro experimento ese mismo grupo (Potter et al,  
1976), encontró un 17 % de incremento en la ganancia y un  
20 % más en eficiencia de alimento, usando 200 mg de monen-  
sin, asumiendo esto a que el ácido propiónico, es el ácido  
que se considera como el más eficiente para ser usado por  
los tejidos del rumiante (Blaxter, 1962), además de que -  
Eskeland et al (1974) reportan un incremento en la reten-  
ción de nitrógeno en comparación a los otros dos ácidos -  
grasos volátiles y sirve más energéticamente para la sínte-  
sis de proteína (Hungate, 1966).

Se presenta el siguiente trabajo con la finali-  
dad de ver la respuesta en comportamiento de borregos Peli-  
buey, a dietas de ensilaje de caña de azúcar, evaluando el  
tratamiento físico empleado sobre la caña: fresca, marchi-  
tada al sol, quemada en pie, con la adición de NaOH al mo-  
mento de ensilar; así como los efectos que producen las -  
dietas basadas en ensilaje de caña de azúcar fresca con el  
NaOH y el empleo del monensin sódico en el suplemento. De  
tal manera que se puedan obtener los máximos beneficios en  
la ganancia de peso en los animales y en su conversión ali-  
menticia.

## MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Localización

Para la realización de éste trabajo se utilizaron las instalaciones, equipo y animales de la Unidad Central del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias en Palo Alto, D.F.

### 2.2 Caña de Azúcar

La caña de azúcar empleada, fue de la variedad - CP 29203, de 12 meses de edad y con 12-13°Brix (puntos de sacarosa), procedente de Oacalco, Morelos; La cual fue cosechada manualmente, transportada a la locación descrita y picada al pie del silo en molinos de alta revolución (Chetumal), para su ensilaje.

### 2.3 Animales

Se efectuaron dos pruebas de comportamiento, usando en cada una de ellas 48 borregos machos castrados de la raza Pelibuey, de 1 año y 17.4 kg de peso promedio y 1 año 3 meses y 22.3 kg, respectivamente, para los experimentos 1 y 2.

### 2.4 Procedimiento experimental

Los animales fueron alojados en grupos de 4, en corraletas con piso de cemento, provistas de comedero y bebedero de pila. Se sometieron a períodos de adaptación de 21 y 15 días, respectivamente, durante los cuales se inyectaron con bacterina doble (septicemia hemorrágica-carbón sintomático), se vitaminaron con 1 ml de Vigantol A.D.E. fuerte y se desparasitaron contra nemátodos con Ripercol de acuerdo a las especificaciones del productor; posteriormente se tomó el peso inicial y volvieron a ser pesados cada -

21 días hasta completar 63 días en prueba. Los pesajes se efectuaron con un ayuno previo de agua y alimento de 18 hr.

Los ensilajes experimentales fueron proporcionados dos veces al día, a las 8:00 y 15:00 hrs. de tal manera que pudiesen ser consumidos a libertad, pesando y desechando el residuo diariamente.

Los concentrados se proporcionaron en las cantidades que se indican posteriormente, en base al peso de los animales, para llenar sus requerimientos según el National Research Council (NRC) y también se suplementó una mezcla de roca fosfórica, sal y minerales traza a libertad, durante ambas pruebas.

En todos los casos se muestrearon los silos cada 21 días para realizarles al análisis químico proximal - conforme a las técnicas descritas por el A.O.A.C. (1975), determinándoseles además las fracciones de fibra según los procedimientos de Van Soest (1963); Van Soest y Wine (1967 1968) y para obtener el valor del pH se utilizó un potenciómetro. En el caso del experimento 2 se determinó contenido de Ácidos Grasos Volátiles AGV por medio de un cromatógrafo de gases Varian modelo 1800.

La información numérica obtenida fue interpretada estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANVA) y las medias comparadas por la prueba de Duncan (Steel and Torrie, 1967).

2.5 Material y Métodos. Experimento 1

Objetivo.- El objeto de este experimento fue el de comparar en una prueba de comportamiento, el ensilaje de caña fresca sin aditivo, contra ensilajes de caña fresca, caña marchitada y caña quemada tratadas con Hidróxido de sodio (NaOH) al momento de ensilar.

Ensilajes.- Para la preparación de los ensilajes fueron utilizados cuatro silos de excavación y con un revestimiento de cemento, con una capacidad aprox. de 5 tn cada uno. En aquellos silos tratados con NaOH al 4 % base seca, se hizo de la siguiente manera:

Se ensilaron aproximadamente 5 tn de caña fresca con 30 % de materia seca (MS), 5 tn de caña marchitada al sol durante dos días con 38 % de MS y 5 tn de caña que fue quemada antes de cosechar con 28 % de MS.

Se hicieron los silos en forma de capas, esto es se ponían capas de aprox. 20 cm. de espesor (ya apisonadas). Estas capas se cubieron y se les esparció en cada capa una solución del 40 % de NaOH, se revolvía y apisonaba, de tal manera que la concentración final del álcali en relación al forraje como base seca fuera del 4 %.

Al final de la última capa de cada uno de los silos, se colocó una cubierta de plástico, para evitar la entrada de aire y agua, así como la pérdida de humedad y fueron conservados de esa forma durante un mínimo de 21 días antes de proceder a utilizarlos.

En el caso del ensilaje sin aditivo, se usaron también 5 tn de caña fresca con 28 % de MS y el silo se preparó de manera similar a los anteriores pero sin adicionarle NaOH.

Diseño.- Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar (de acuerdo al peso de los animales), contando los 4 tratamientos (ensilajes) con 3 repeticiones.

Concentrado.- El concentrado usado contenía un 48.8 % de proteína cruda y estaba compuesto de 32.14 % de sorgo molido; 61.5 % de pasta de soya y 5.9 % de urea. Fue proporcionado en cantidades equivalentes al 1.5 % del peso corporal de los animales, diariamente.

#### 2.6 Material y Métodos. Experimento 2.

Objetivo.- el objeto de este experimento fue estudiar la adición de NaOH al ensilar y el uso de una sustancia propiogénica (monensin sódico) en el suplemento.

Ensilajes.- En este caso se usaron 2 silos tipo trinchera con paredes y piso de cemento, con ligero declive para facilitar el drenaje.

Se ensilaron 30 tn de caña de azúcar, 15 de las cuales se les adicionó la solución saturada de NaOH de igual manera que en el experimento anterior, para obtener la misma relación de caña a NaOH 96:4 en base seca y las otras 15 se ensilaron sin aditivo.

La conservación fue la misma que en los anteriores.

Diseño.- Se empleó un diseño de bloques al azar (de acuerdo al peso de los animales) en un arreglo factorial de 2 x 2, con 3 repeticiones, los factores fueron: el aditivo al ensilar y el monensin en el suplemento.

Concentrado.- Con un contenido de 48.8 % de proteína cruda, formulado a base de 86.9 % de pulido de arroz, 13 % de urea y .0125 % de BHT como antioxidante, y se dió - en cantidades equivalentes al 1 % del peso de los animales, diariamente.

Aditivo del concentrado.- El monensin sódico fue dosificado en forma paulatina de tal forma que al finalizar el período de adaptación, el concentrado contenía 75 mg/kg.

## RESULTADOS

Para el experimento 1, la composición química de los ensilajes se muestra en los cuadros 1 y 2, en el primero es la obtenida de la caña de azúcar antes de ensilarla y en el segundo, de las muestras tomadas ya abierto el silo.

Para el experimento 2, los cuadros que muestran los resultados de los análisis químicos son el 3 y 4, de la misma manera, el primero muestra la composición de la caña previa al ensilaje y el siguiente la composición de la misma en los diferentes muestreos al destaparse el silo.

En ambos experimentos los resultados son similares y se puede observar que el contenido de proteína cruda ( $N \times 6.25$ ) no sufrió ninguna variación en ninguno de los tratamientos. Para los valores de cenizas totales hay un incremento en los ensilajes tratados con el álcali; aún así los valores de cenizas insolubles tienden a permanecer constantes con respecto a los testigos sin aditivo.

En cuanto a los análisis de fracciones de fibra, se obtuvo que en FND (paredes celulares) los valores se disminuyen con el tratamiento de NaOH, excepto en el caso de la caña marchitada, donde el valor de FND se vio aumentado aún antes de ensilar en comparación con la caña fresca y quemada; sin embargo en todos los casos con el aditivo se observó una ligera disminución tanto en los valores de lignina, celulosa, como en los de hemicelulosa, donde se disminuyó en un 26 % en promedio; lo que repercutió en un incremento del contenido celular que en promedio fue del 42 %.

Para el pH se muestra que tendió a ser superior en aquellos silos que se prepararon con el NaOH.

Los valores obtenidos en el cromatógrafo de gases indican que el tratamiento alcalino provocó un aumento en el contenido de ácido láctico del 175 % esto es (6.40 % vs 2.32) y una disminución de etanol del 66 % (0.98 vs 2.9) comparado con el tratamiento sin aditivo.

### 3.1 Experimento 1.

Los resultados obtenidos en la prueba de comportamiento de los animales, se muestran en el cuadro 5. Estos datos reflejan que existió una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ) para la ganancia diaria de peso, consumo diario de forraje y consumo diario total a favor del tratamiento alcalino, independientemente del tratamiento físico empleado. (gráfica 1).

Los valores de conversión alimenticia fueron semejantes en todos los tratamientos. (gráfica 2).

### 3.2 Experimento 2.

Los datos de comportamiento se resumen en el cuadro 6. La ganancia de peso de los animales recibiendo los ensilajes con NaOH fueron superiores en forma altamente significativa ( $P < 0.005$ ). Los valores de consumo diario de forraje y consumo diario total, también fueron mayores estadísticamente ( $P < 0.01$ ) en los ensilajes con aditivo. (gráficas 3 y 4).

La relación forraje sobre ganancia en éste caso sí fue diferente para el factor álcali ( $P < 0.01$ )

Para el efecto del monensin sódico se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en el consumo de forraje, así como una interacción significativa ( $P < 0.05$ ) de álcali por monensin. (gráfica 5).

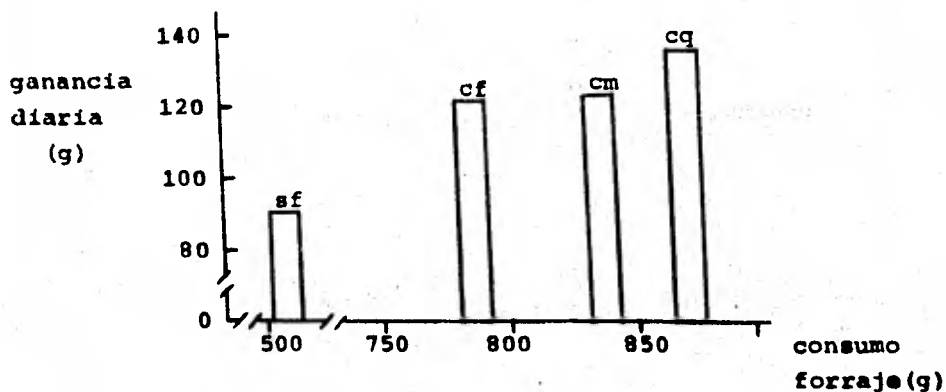


3.3

Experimento 1

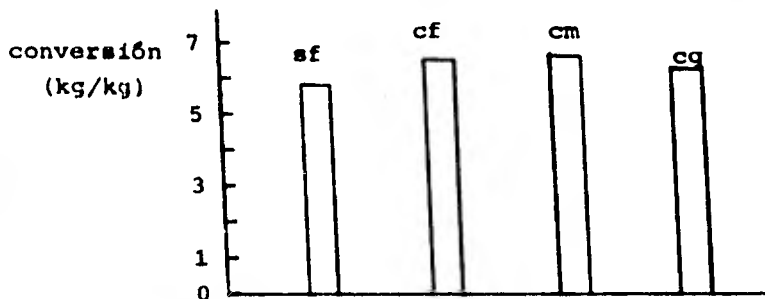
gráfica 1

Efecto del NaOH y del tratamiento físico sobre el consumo y la ganancia diaria



gráfica 2

Efecto del NaOH y del tratamiento físico sobre la conversión



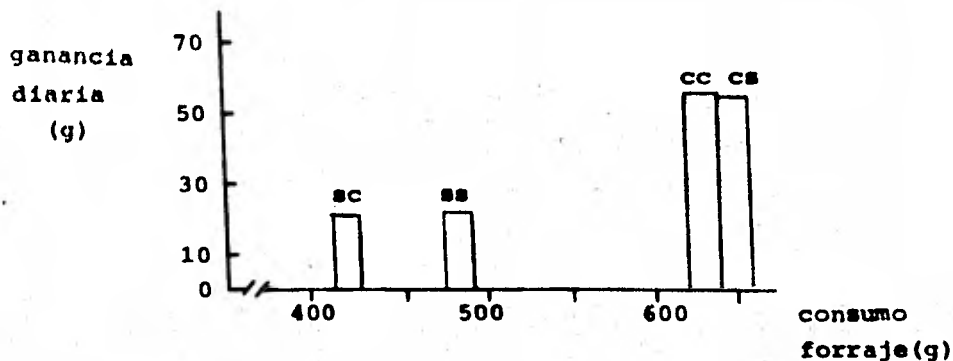
sf sin NaOH caña fresca  
cf con NaOH caña fresca  
cm con NaOH caña marchitada  
cq con NaOH caña quemada

3.4.

Experimento 2

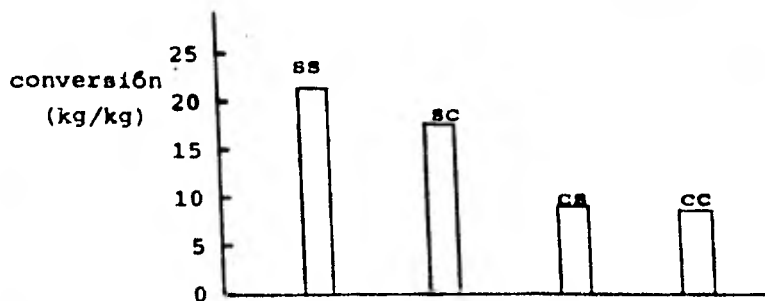
gráfica 3

Efecto del NaOH y del monensin sódico sobre el consumo y la ganancia diaria



gráfica 4

Efecto del NaOH y del monensin sódico sobre la conversión



cc con NaOH y con monensin

cs con NaOH y sin monensin

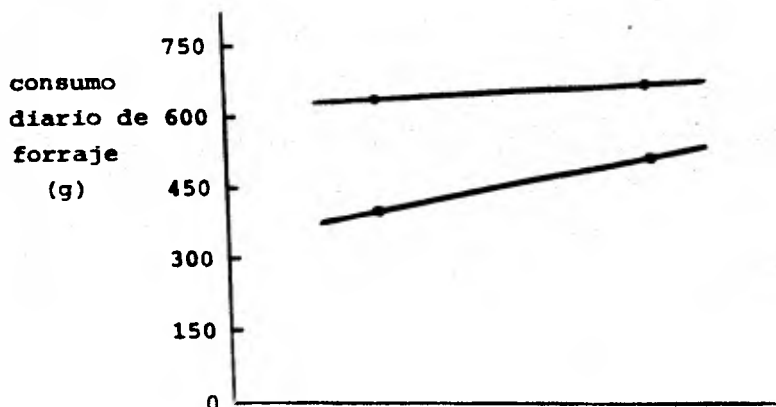
sc sin NaOH y con monensin

ss sin NaOH y sin monensin

Experimento 2

gráfica 5

Interacción de los efectos de NaOH en el silo  
por los de monensin sódico en el suplemento



cc con NaOH y con monensin  
cs con NaOH y sin monensin  
sc sin NaOH y con monensin  
ss sin NaOH y sin monensin

Experimento 1

3.5

Cuadro 1

ANALISIS QUIMICO DE LA CAÑA DE AZUCAR  
PREVIA AL ENSILAJE

Caña Aditivo	<u>fresca</u> ninguno	<u>marchitada</u> ninguno	<u>quemada</u> ninguno
Humedad %	71.10 <sub>+</sub> 0.68	64.17+1.08	70.09 <sub>+</sub> 1.21
Proteína cruda %	1.98 <sub>+</sub> 0.32	3.56	2.85 <sub>+</sub> 0.77
Cenizas %	5.20 <sub>+</sub> 0	8.50	5.00 <sub>+</sub> 0.85
Cenizas insolubles	2.80 <sub>+</sub> 0	3.20	2.45 <sub>+</sub> 0.21
F N D %	56.95 <sub>+</sub> 11.72	67.76	58.89 <sub>+</sub> 11.39
Contenido celular	43.05 <sub>+</sub> 11.77	32.24	41.10 <sub>+</sub> 11.39
Hemicelulosa %	20.09 <sub>+</sub> 1.73	27.85	21.08 <sub>+</sub> 6.30
F A D %	36.86 <sub>+</sub> 9.99	39.95	37.81 <sub>+</sub> 5.09
Lignina %	7.53 <sub>+</sub> 2.04	7.81	8.12 <sub>+</sub> 0.71
Celulosa %	27.57 <sub>+</sub> 7.15	30.14	28.13 <sub>+</sub> 3.82
pH	4.85	4.56	5.89

Experimento 1

Cuadro 2

ANALISIS QUIMICO DE LA CAÑA DE AZUCAR  
ENSILADA

Caña Aditivo	fresca		marchitada	quemada
	ninguno	NaOH	NaOH	NaOH
Humedad %	81.05±0.48	78.86±1.16	76.34±0.93	79.07±0.75
Proteína cruda %	3.35±0.20	3.40±0.22	3.06±0.71	3.31±0.26
Cenizas %	8.05±2.47	16.50±0.28	13.65±0.35	14.70±0.
Cenizas insolubles	2.05±1.20	2.75±1.10	1.95±1.63	3.55±0.78
F N D %	77.47±1.06	63.57±2.36	73.45±4.68	59.86±3.31
Contenido celular	22.53±1.07	36.43±2.36	26.55±4.68	40.14±3.30
Hemicelulosa %	29.84±0.91	17.37±2.93	35.92±1.60	19.42±5.19
F A D %	47.64±0.16	46.21±0.57	37.53±3.08	40.44±1.88
Lignina %	8.03±0.01	6.77±0.10	5.78±0.25	6.62±0.03
Celulosa %	36.99±1.40	35.60±0.07	32.94±3.84	31.17±1.00
pH	3.95	4.55	5.15	5.17

Experimento 2

Cuadro 3

ANALISIS QUIMICO DE LA CAÑA DE AZUCAR  
PREVIA AL ENSILAJE

Caña fresca Aditivo	<u>Sin ensilar</u> ninguno
Humedad %	73.31 ± 6.22
Proteína cruda %	3.01 ± 0.65
Cenizas %	8.40 ± 2.55
Cenizas insolubles %	2.80 ± 1.01
F N D %	54.85 ± 8.89
Contenido celular %	45.15 ± 8.89
Hemicelulosa %	19.64 ± 5.02
F A D %	35.20 ± 4.48
Lignina %	6.48 ± 1.02
Celulosa %	26.39 ± 3.67
pH	4.55

Experimento 2

Cuadro 4

ANALISIS QUIMICO DE LA CAÑA DE AZUCAR  
ENSILADA

Caña fresca Aditivo	Ensilada	
	ninguno	NaOH
Humedad %	63.88 ± 5.81	65.20 ± 6.70
Proteína cruda %	3.12 ± 0.11	3.08 ± 0.18
Cenizas %	6.60 ± 0.38	10.00 ± 1.43
Cenizas insolubles %	2.84 ± 0.24	4.40 ± 0.96
F N D %	55.72 ± 3.02	49.96 ± 6.33
Contenido celular %	44.28 ± 3.02	50.14 ± 6.48
Hemicelulosa %	19.72 ± 1.49	14.59 ± 4.62
F A D %	36.00 ± 1.62	35.38 ± 3.90
Lignina %	6.11 ± 1.08	5.99 ± 0.88
Celulosa %	26.91 ± 0.94	26.12 ± 2.38
pH	3.53 ± 0.08	4.45 ± 0.19

Experimento 1

Cuadro 5

EFFECTO DE PROCESOS FISICOS Y QUIMICOS AL ENSILAR CAÑA DE AZUCAR EN EL COMPORTAMIENTO DE BORREGOS PELIBUEY, DURANTE 63 DIAS

Caña de azúcar Aditivo	fresca		marchitada	quemada
	ninguno	NaOH	NaOH	NaOH
Peso inicial, kg	17.0± 1.4 <sup>a</sup>	17.0± 1.3 <sup>a</sup>	17.7± 1.5 <sup>a</sup>	18.1± 1.33 <sup>a</sup>
Peso final, kg	22.0± 2.1 <sup>b</sup>	24.5± 2.3 <sup>cd</sup>	24.0± 2.1 <sup>c</sup>	26.0± 2.0 <sup>d</sup>
Ganancia diaria, g	87.0±12.3 <sup>b</sup>	121.2±16.2 <sup>c</sup>	124.1±16.0 <sup>c</sup>	134.4±10.2 <sup>c</sup>
Consumo diario, g base seca				
Forraje	507.3±61.2 <sup>b</sup>	780.0±107.0 <sup>c</sup>	830.1±58.0 <sup>c</sup>	865.0±112.2 <sup>c</sup>
Concentrado	267.0±23.0 <sup>b</sup>	290.1± 20.0 <sup>c</sup>	286.2±20.0 <sup>bc</sup>	302.2± 28.0 <sup>c</sup>
Forraje + concentrado	774.1±82.5 <sup>b</sup>	1070.8±124.4 <sup>c</sup>	1116.4±76.2 <sup>c</sup>	1167.2±138.3 <sup>c</sup>
Proteína	145.2±10.5 <sup>b</sup>	168.1± 12.9 <sup>c</sup>	165.1±11.2 <sup>c</sup>	176.0± 17.0 <sup>c</sup>
Forraje/ganancia kg/kg	5.8± 0.7 <sup>a</sup>	6.5± 0.6 <sup>a</sup>	6.7± 0.4 <sup>a</sup>	6.4± 0.4 <sup>a</sup>

a/. No significativo (P< 0.05)

b,c,d/Para cada parámetro, valores con distinta literal son estadísticamente desiguales (P< 0.01).



Experimento 2

Cuadro 6

COMPORTAMIENTO DE BORREGOS PELIBUEY ALIMENTADOS CON ENSILAJE DE CAÑA DE AZUCAR CON Y SIN NaOH Y LA SUPLEMENTACION DE PULIDO DE ARROZ-UREA, CON Y SIN LA ADICION DE MONENSIN SODICO

Aditivo al ensilar	ninguno		NaOH	
	ninguno	monensin	ninguno	monensin
Peso inicial, kg	22.19± 2.90 <sup>a</sup>	22.21± 1.60 <sup>a</sup>	22.26± 1.25 <sup>a</sup>	22.21± 1.43 <sup>a</sup>
Peso final, kg	23.90± 3.13 <sup>d</sup>	23.41± 2.71 <sup>d</sup>	26.86± 1.78 <sup>e</sup>	24.84± 1.70 <sup>e</sup>
Ganancia diaria, g	26.33±14.29 <sup>b</sup>	25.33± 9.07 <sup>b</sup>	71.33±13.65 <sup>c</sup>	71.66± 4.93 <sup>c</sup>
Consumo diario, g base seca				
Forraje	476.00±41.58 <sup>bdh</sup>	406.33±19.50 <sup>beh</sup>	636.66± 9.29 <sup>cdh</sup>	623.66±14.84 <sup>ceh</sup>
Concentrado	217.89±14.44 <sup>a</sup>	187.78±32.14 <sup>a</sup>	227.79± 6.28 <sup>a</sup>	225.27±15.80 <sup>a</sup>
Forr. + conc.	693.89±56.01 <sup>dfh</sup>	594.11±44.74 <sup>dgh</sup>	864.46±15.52 <sup>efh</sup>	848.93±26.83 <sup>egh</sup>
Proteína	121.17± 8.34 <sup>f</sup>	104.32±15.98 <sup>f</sup>	130.76± 3.34 <sup>g</sup>	129.14± 7.97 <sup>g</sup>
Forraje/ganancia	21.58± 9.78 <sup>d</sup>	17.68± 6.88 <sup>d</sup>	9.13± 1.58 <sup>a</sup>	8.72± 0.47 <sup>e</sup>

a/ No significativo (P< 0.05)

b,c/ Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P< 0.005)

d,e/ Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P< 0.01)

f,g/ Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente desiguales (P< 0.05)

h/ Interacción significativa (P< 0.05)

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
**3.6** EXPERIMENTO 1

ANVA del peso inicial (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	20.05	1.82	12.30	
Trat.	3	2.63	0.88	5.90	ns
Bloq.	2	16.54	8.27	55.80	++
Error	6	0.89	0.15		

ns no significativo  
 ++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

ANVA del peso final (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	58.78	5.34	24.30	
Trat.	3	22.53	7.51	34.16	++
Bloq.	2	34.92	17.46	79.40	++
Error	6	1.32	0.22		

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 1**

**ANVA de la ganancia diaria (g)**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	5359.30	487.21	13.50	
Trat.	3	3832.54	1277.51	35.41	++
Bloq.	2	1310.26	655.13	18.16	++
Error	6	216.49	36.08		

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

**ANVA consumo diario forraje (g)**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	300307.03	27300.64	8.09	
Trat.	3	238215.34	79405.11	23.52	++
Bloq.	2	41840.12	20920.06	6.20	+
Error	6	20251.57	3375.26		

+ significancia estadística ( $P < 0.05$ )

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 1

ANVA consumo diario concentrado (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	6121.25	556.51	12.10	
Trat.	3	1996.59	665.53	14.47	++
Bloq.	2	3848.65	1924.32	41.83	++
Error	6	276.00	46.00		

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

ANVA consumo diario forraje + concentrado (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	374538.52	34048.96	8.64	
Trat.	3	280165.10	93388.37	23.70	++
Bloq.	2	70728.69	35364.34	8.97	ns
Error	6	23644.74	3940.79		

ns no significativo

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 1

ANVA consumo diario proteina (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	2929.56	266.32	8.89	
Trat.	3	1546.02	515.34	17.20	++
Bloq.	2	1203.72	601.86	20.08	++
Error	6	179.82	29.97		

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

ANVA conversión forraje/ganancia (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	3.17	0.29	1.05	
Trat.	3	1.13	0.38	1.38	ns
Bloq.	2	0.38	0.19	0.69	ns
Error	6	1.65	0.27		

ns no significativo

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 2  
 3.7

ANVA del peso inicial (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	29.412	2.674		
Tratamiento	3	0.008	0.003	0.00	ns
Sosa	1	0.005	0.005	1.56	ns
Monensin	1	0.001	0.001	2.37	ns
Sosaxmonen.	1	0.004	0.004	0.00	ns
Bloques	2	20.070	10.035		
Error	6	9.334	1.556		

ns no significativo

ANVA del peso final (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	77.50	7.05		
Tratamiento	3	30.99	10.33	8.20	+
Sosa	1	30.62	30.62	24.30	++
Monensin	1	0.20	0.20	0.16	ns
Sosa x monen	1	0.17	0.17	0.14	ns
Bloques	2	38.95	19.48		
Error	6	7.56	1.26		

ns no significativo

+ significancia estadística ( $P < 0.05$ )

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

**ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 2**

**ANVA de ganancia diaria (g)**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	10	7252.67	725.27		
Tratamiento	3	6258.00	2086.00	53.76	+++
Sosa	1	6256.34	6256.34	161.25	+++
Monensin	1	0.34	0.34	0.01	ns
Sosa x monen.1		1.34	1.34	0.03	ns
Bloques	2	800.67	400.34		
Error	5	194.00	38.80		

ns no significativo

+++ significancia estadística ( $P < 0.005$ )

**ANVA consumo diario forraje (g)**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	10	119528.67	11952.87		
Tratamiento	3	114696.67	38232.22	125.82	+++
Sosa	1	107163.00	107163.00	352.67	+++
Monensin	1	5125.34	5125.34	16.87	++
Sosa x monen.1		2408.34	2408.34	7.93	+
Bloques	2	3312.67	1656.33		
Error	5	1519.33	303.87		

+ significancia estadística ( $P < 0.05$ )

++ significancia estadística ( $P < 0.01$ )

+++ significancia estadística ( $P < 0.005$ )

ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 2

ANVA consumo diario concentrado (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	10	6115.36	611.54		
Tratamiento	3	3053.23	1017.74	2.97	ns
Sosa	1	1684.35	1684.35	4.92	ns
Monensin	1	798.26	798.26	2.33	ns
Sosa x monen.1		570.61	570.61	1.67	ns
Bloques	2	1350.45	675.23		
Error	5	1711.68	342.34		

ns no significativo

ANVA consumo diario forraje + concentrado (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	163209.30	14837.21		
Tratamiento	3	151009.60	50336.53	63.42	++
Sosa	1	135717.40	135717.40	170.99	++
Monensin	1	9969.10	9969.10	12.56	+
Sosa x monen.1		5323.40	5323.40	6.70	+
Bloques	2	7437.60	3718.80		
Error	6	4762.10	793.68		

+ significancia estadística (P < 0.05)

++ significancia estadística (P < 0.01)



ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
EXPERIMENTO 2

ANVA del consumo diario de protefna (g)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	10	2117.54	211.75		
Tratamiento	3	1318.42	439.47	5.08	ns
Sosa	1	888.21	888.21	10.28	+
Monensin	1	256.31	256.31	2.97	ns
Sosa x monen.1		173.90	173.90	2.01	ns
Bloques	2	366.91	183.46		
Error	5	432.21	86.44		

+ significancia estadística (P < 0.05)  
ns no significativo

ANVA conversión forraje/ganancia (kg)

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	
Total	11	659.08	59.92		
Tratamiento	3	367.22	122.41	5.77	+
Sosa	1	344.11	344.11	16.23	++
Monensin	1	13.95	13.95	0.66	ns
Sosa x monen.1		9.15	9.15	0.43	ns
Bloques	2	164.64	82.32		
Error	6	127.22	21.20		

+ significancia estadística (P < 0.05)  
++ significancia estadística (p < 0.01)  
ns no significativo

## DISCUSION

### 4.1 Análisis Químicos.

El aumento de las cenizas totales en los silos tratados, se explica porque al añadir el NaOH se incrementa el porcentaje de minerales, ya que la misma sosa contiene - un elevado nivel de éstos, lo mismo ha sido reportado con - tratamientos similares por Martín, Cabello y Elias (1976).

Los cambios en la FND fueron reflejo aparente de una disminución en hemicelulosa, debido al tratamiento alcalino, lo que confirmaría lo señalado por González y López - (1978), estos autores asocian al tratamiento de NaOH con la pérdida de hemicelulosas más que a la acción de hidrólisis que pudiera ejercer el NaOH sobre la celulosa y la lignina como componentes de la fibra cruda. No se tiene explicación para el incremento atípico de hemicelulosa en el caso de la caña marchitada.

### 4.2 Comportamiento en Experimento 1.

Los aumentos en la ganancia diaria, que en todos los casos fue mayor al 40 % sugiere fue debido a un mayor - consumo de forraje resultante de la adición de NaOH, ya que éste se ha reportado que afecta los metabolitos producidos en la fermentación alcohólica a los que se les ha asociado como depresores del apetito (González A.R. y López R. 1978)

Es posible que el tratamiento alcalino aplicado a la caña de azúcar al ensilar, haya causado un aumento en la digestibilidad de las paredes celulares, similar al observado en pajas y rastrojos por Sánchez, (1976), éste incremento en la digestibilidad, traducido como un aumento en la energía disponible podría explicar parcialmente el mayor - consumo voluntario observado.

Por otra parte, el aditivo alcalino pudo haber provocado un aumento en la velocidad de paso de la ingesta a través del conducto gastrointestinal, por lo que si los coeficientes de digestibilidad hubieran sido iguales, aún así el aporte neto de nutrientes en el tratamiento con sosa habría sido comparativamente mayor.

En éste trabajo se confirma la observación informada anteriormente en el sentido que la alteración en el contenido de humedad en la caña por medio de procesos como el marchitado, no altera su valor alimenticio, lo cual hace a éste forraje diferente de otros de clima templado según lo escrito por Wilkinson, Wilson and Barry (1976).

Por último debe considerarse que la sosa, al aumentar el pH del silo, pudo haber ejercido en el rumen un efecto similar al de otros álcalis como el bicarbonato de sodio (Dunn, Emerich and Embry, 1979) y el polvo de cemento (Wheeler y Oltjen, 1979).

#### 4.3 Comportamiento en Experimento 2.

La ganancia de peso de los animales recibiendo los ensilajes con NaOH fue nuevamente reflejo del alto consumo de forraje; sin embargo la relación forraje sobre ganancia, en éste caso si fue diferente para el factor álcali; Posiblemente la diferencia observada entre los dos experimentos aquí descritos se deba al concentrado, ya que al haberse proporcionado un porcentaje mayor en el experimento 1 se pudieron haber minimizado los efectos del forraje tal como fue observado por Viana et al (1978).

Para el efecto del monensin sódico, se indica que el efecto reductor del consumo voluntario fue más notorio en la dieta con el forraje sin tratar o sea de más baja

calidad en un 15 %, mientras que en el caso del forraje mejorado mediante el tratamiento alcalino, la reducción en el consumo de forraje fue solamente de un 2 %. Esto puede ser debido a que el contenido de ácido láctico en los silos con NaOH era superior al encontrado en los silos sin el aditivo (6.40 % vs 2.32 %), y al ser éste metabolito propionogénico, la acción del monensin sódico (que también se conoce con propiedades propionogénicas) fue mucho menor, (Richardson et al , 1976; Raun et al, 1976).

## CONCLUSIONES

El tratamiento alcalino sobre el ensilaje de caña de azúcar permitió mayores ganancias de peso en los animales, debido a que favoreció un incremento de un 40 % a un 45 % en el consumo voluntario, lo que se tradujo en una mayor disponibilidad de energía para el rumiante y por ende en un mejor comportamiento animal. Esto se puede atribuir a que el álcali cambió el proceso fermentativo normal de la caña de azúcar, deprimiendo la producción de alcohol e incrementando el ácido láctico, el cual es precursor del ácido propiónico que tiene la característica de favorecer mayores ganancias de peso.

Este aumento en el valor nutritivo de la caña tratada con NaOH, no presentó variación cuando se le sometió a procesos de marchitado o quemado.

En cuanto al uso del monensin sódico, el efecto observado fue sobre la reducción en el consumo voluntario sin afectar la ganancia de peso; éste efecto fue más notorio en el forraje de más baja calidad, por lo que es recomendable su uso para beneficio de la conversión alimenticia.

## BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, F.J. & Preston, T.R. Amoniaco/miel y urea/miel como aditivos para caña de azúcar ensilada. - Prod. Anim. Trop., (1976) 1:100.
2. A.O.A.C., Official Methods of Analysis, 12th ed., Association of Official Agricultural Chemists, - Washington, D.C. (1975).
3. Blaxter, K.L., The Energy Metabolism of Ruminants. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, (1962).
4. CNIA-UNPASA., Estadísticas azucareras, Comisión Nacional de la Industria Azucarera- Unión Nacional de productores de azúcar. S.A., (1978).
5. Chapman, H.L., Caña de Azúcar y subproductos de la caña de azúcar para producción de ganado de carne : Revisión. Presentado en la primera Reunión Internacional sobre la utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal,. México, Veracruz, junio (1976).
6. Dunn, B.H., Emerick, R.J. & Embry, L.B., Sodium bentonite and sodium bicarbonate in high-concentrate diets for lambs and steers. J. Anim. Sci. , - (1979) 48:764.
7. Eskeland, B., Pfander, W.H., & Preston, R.L. Intravenous energy infusion in lambs: effects on nitrogen retention, plasma free amino acids and plasma urea nitrogen. Brit. J. Nutr. (1974) 31:201.

8. FAO year Book,. (1974).
9. González, A.R. y López, R., Efecto del nivel de hidróxido de sodio sobre la fermentación y degradación de los carbohidratos de la caña de azúcar ensilada, Resúmenes de la Reunión Anual del Trópico, Junio (1978) Yucatán, México.
10. Haney, M.E., Jr. & Hoehn, M.M., Monensin a new biologically active compound. I. Discovery and isolation Antimicrobial agents and chemother., (1967) p. 349.
11. Hungate, Robert E. The Rumen and its Microbes. Academic Press Inc., New York, N.Y.
12. James, L.A., Comfith in rations for livestock. Proc.CIDA Seminar on sugar cane as livestock feed, Barbados 30-31, January, (1973).
13. Martín, P.C., Cabello, A., Elías, A. Utilización de sub-productos fibrosos de la caña de azúcar por los rumiantes, 2:Efecto de la combinación de NaOH presión sobre la digestibilidad y la composición química del bagazo y bagacillo, Rev. Cubana de Ciencia Agric., (1976) 10:21.
14. Mc Cullough, M.E. Silage and silage fermentation, Feed-stuffs, (1977) March 28:49.

15. N.R.C. Nutrient Requirements of Sheep, National Research Council National Academy of Science, 5th ed., Washington, D.C., (1975).
16. Ohyama, Y. & Hara, S. Growth of yeasts isolated from silages on various media and its relationship to aerobic deterioration of silages. Jap. J. Zoot. Sci., (1975) 4:713.
17. Ortiz, G.A., Robles, C. y Merino, H. Aspectos económicos del ensilaje de la caña de azúcar como forraje para el ganado. Resúmenes de la X Reunión anual Febrero, 26 (1973).
18. Potter, E.L., Cooley, Richardson, Raun, Rathmacher, R.P. Effect of monensin on performance of cattle - fed forage. J. Anim. Sci., (1976) 43:665.
19. Preston, T.R., Hinojosa, C. & Martínez, L., Ensilaje de la caña de azúcar con amoníaco miel y ácidos - minerales, Prod. Anim. Trop., (1976) 1 :124.
20. Raun, A.P., Cooby, C.O., Potter, E.L., Rathmacher, R.P. & Richardson, L.F., Effect of monensin of feed efficiency of feedlot cattle. J. Anim. Sci. (1976) 43:670.
21. Richardson, L.F., Raun, A.P., Potter, E.L., Cooley, C.O. & Rathmacher, R.P., Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. J. Anim. Sci. (1976) 43:657.



22. Sánchez, E.J., Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. *Téc. Pec. Méx.*, (1976) 31:68.
23. Steel, R.G.D., & Torrie, J.H., Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., (1967) Mc New York.
24. Tufinio, S., Calderón, F. y Shimada, A.S. Efecto de la adición de hidróxido de sodio al ensilar caña de azúcar en su composición, Resúmenes de la 2a. Reunión Internacional de la caña de azúcar en la alimentación animal, Oaxtepec. Morelos, México, (1978).
25. Van Soest, P.J., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid methods for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, (1963) 46:829.
26. Van Soest, P.J., & Wine, R.H., Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plantacellwal constituents. *J. Assoc. Off Anal. Chem.*, (1967) 50:50.
27. Van Soest, P.J., & Wine, R.H., Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, (1968) 51:780.

28. Viana, M., Shimada, A.S., y Calderón, F.M., 1978, Manipu-  
lación de la fermentación en ensilajes de caña  
de azúcar y su valor alimenticio para borregos  
Téc, Pec. Méx., (1978) 35:48.
29. Wheler, W.E. & Oltjen, R.R., Cement kiln dust in comple-  
te diets for finishing steers and growing lambs  
J. Anim. Sci., (1979) 48:658.
30. Wilkinson, J.M., Wilson, R.F., & Barry, T.N., Factors -  
affecting the nutritive value of silage. -  
Outlook Agr., (1976) 9:3.

