

205
223

Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



VALOR ALIMENTICIO DEL ENSILAJE DE CAÑA DE
AZÚCAR ADICIONADO CON HIDROXIDO DE SODIO
EN DIETAS PARA BORREGOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A

MARTA VIANA CASTRILLON

MEXICO, D. F.

1979

8395



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.

INDICE

	pag
Resumen	1
Introducción	2
Cuadro 1	4
Material y métodos	8
Resultados	12
Cuadro 2	15
Cuadro 3	16
Cuadro 4	17
Cuadro 5	18
Cuadro 6	19
Gráfica 1	20
Gráfica 2	21
Discusión	22
Conclusiones	27
Bibliografía	29

Título: "Valor alimenticio del ensilaje de caña de azúcar
adicionado con hidróxido de sodio en dietas para
borregos"

Asesor: Armando S. Shimada M.

RESUMEN

Con objeto de estudiar el efecto de adicionar NaOH y/o marchitar la caña de azúcar al momento de ensilar, se efectuaron 3 experimentos. El primero consistió en una prueba de comportamiento con 24 borregos merino de 20.5 kg, en éste caso, la adición de NaOH resultó en un mayor consumo voluntario y permitió un aumento significativo en ganancia diaria de peso ($P \leq 0,05$); no se observó efecto de marchitado. El segundo fue una prueba de patrones de fermentación ruminal; observándose una mayor producción total de ácidos grasos volátiles (milimoles 100 ml) como respuesta al marchitado; y una mayor producción de ácido propiónico en porcentaje molar, en aquellos borregos consumiendo ensilaje tratado. El tercer experimento fue una prueba de digestibilidad aparente en la que no se observaron diferencias en la digestibilidad de las fracciones de fibra, excepto en el contenido celular en donde los valores para caña marchitada fueron significativamente superiores.

INTRODUCCION

La caña de azúcar (Saccharum officinarum) es una gramínea tropical que posee una capacidad mayor para captar la energía solar gracias a un sistema enzimático adicional (Hatch y Slack, 1966). Se cultiva tradicionalmente para abastecer de materia prima a la industria azucarera, que tiene ingenios distribuidos por todo el país. La producción anual de caña de azúcar en México alcanza la cifra superior a 30 millones de toneladas; sin embargo por diversos motivos el 2.67% del total de la producción se queda sin cortar (Zamora, 1973), lo cual significa aproximadamente 800 000 toneladas anualmente, mismas que podrían tener un uso adecuado en la alimentación animal, tomando en cuenta que la zafra coincide con la época de escasez de forrajes.

La gran ventaja del uso de la caña de azúcar en la alimentación animal en los trópicos es su gran rendimiento. La caña de azúcar está compuesta casi enteramente de azúcares y carbohidratos estructurales, sustratos ideales para la utilización de nitrógeno no proteico a través de los microorganismos en el tracto digestivo de los rumiantes, (Pres-ton, 1974).

Los rendimientos por hectárea de la caña de azúcar descortezada, en varios países tropicales, comparada con algunos

granos de cereal se presenta en el cuadro 1.

Es obvio el enorme potencial que tiene la caña de azúcar como base para la producción de carne en las zonas tropicales. Ningún otro cultivo se acerca a la cifra de 20 toneladas/ ha de total de nutrientes digestibles (Preston, 1974).

Existen dos perspectivas respecto al uso de la caña de azúcar como base para la engorda intensiva de ganado en los trópicos. Una es utilizar los subproductos, los cuales surgen de el curso normal de la obtención y fabricación del azúcar, éstos son la melaza y el bagazo; la otra posibilidad es usar directamente la caña de azúcar después de eliminar la corteza indigerible (Preston, 1974).

En el caso de utilizar la caña de azúcar integral en la alimentación animal, no debemos olvidar que debido a su alto contenido de humedad y azúcares se fermenta rápidamente, por tanto, necesita ser cortada y administrada al ganado diariamente. Evidentemente, lo más conveniente sería tratar de evitar toda esa mano de obra que implicaría descortezar la caña de azúcar y evitar al mismo tiempo las dificultades del suministro diario por costo de transporte y acarreo de caña fresca.

Ensilar la caña de azúcar sería lo más adecuado, evitándonos así manejo y costo; de esa forma podríamos tener un alimento disponible de alto valor energético para cualquier época del año, o bien destinarlo como alimento complementario al pastoreo.

Cuadro 1

Total de nutrientes digestibles ton/ha

	Grano de maiz	Grano de sorgo	Caña de azúcar descortezada
Perú	1.28	1.36	21.8
Etiopía	0.88	0.56	21.6
Uganda	0.88	0.88	13.8
Taiwán	1.82	1.28	11.0
Ecuador	0.40	----	10.4
Jamaica	0.96	----	10.4
México	0.96	2.00	9.4
India	0.80	0.40	7.2
Kenia	3.44	0.64	7.0

(Preston, 1974).

Sin embargo el proceso del ensilaje en el caso de la caña se azúcar parece no tener muy buenos resultados. Preston llevó a cabo un estudio en el que comparó caña fresca descortezada contra ensilada, observando muy pobres ganancias de peso en novillos consumiendo el material ensilado. El efecto se puede relacionar en su mayor parte a la depresión en el consumo voluntario de la caña ensilada y a la eficiencia reducida de su utilización (Preston, 1974).

En el ensilaje de caña de azúcar se produce un tipo de fermentación alcohólica quizás debido a su alto contenido de azúcares solubles, así como a la flora contaminante que se encuentra en la caña, constituida por levaduras, cuya fermentación espontánea en condiciones anaeróbicas y pH bajo tienen la capacidad de metabolizar el azúcar a alcohol, (Ohyama y Hara, 1975).

Teniendo en cuenta la enorme producción de caña de azúcar que existe, y el gran tonelaje que se desperdicia, debemos de estudiar a fondo de que manera podemos manipular y modificar el proceso fermentativo normal del ensilaje de caña de azúcar mediante aditivos de tipo químico, para tratar de obtener un ensilaje con una calidad nutritiva más alta y al mismo tiempo tratar de que sea apotecible por los animales.

De los trabajos de Tufinio, Calderón y Shimada se desprende que sustancias alcalinas como el NaOH son capaces de modifi

car el proceso de fermentación del ensilaje; probando diferentes concentraciones llegaron a la conclusión de que el 4% de NaOH en base seca resultó ser la mejor, dado que se obtuvo un pH final del silo de 4.07, el cual se considera dentro del rango óptimo en un ensilaje (De Alba, 1971); la fermentación alcohólica se vió deprimida; hubo un aumento en la producción de ácido láctico, diez veces más en relación al testigo sin aditivo; en el análisis de fracciones de fibra se observó una reducción de la hemicelulosa; la digestibilidad in vitro fue más alta.

La forma como podemos evaluar la calidad nutritiva de un alimento es basándonos en métodos de estudio ó de experimentación zootécnica (De Alba, 1971). En el presente trabajo se utilizaron 3 diferentes métodos para llegar a conocer la calidad alimenticia del ensilaje de caña de azúcar con ó sin aditivo. El primero consistió en una prueba de comportamiento, en éste se midió consumo diario de alimento y ganancia diaria de peso, para llegar a conocer que tan eficiente es un alimento para convertirse de proteína vegetal a proteína animal. Un segundo experimento consistió en un estudio de los patrones de fermentación ruminal. Es importante la determinación de las proporciones relativas de los ácidos grasos volátiles, ya que conociendo el tipo de fermentación que se produce podemos estimar que tan eficiente resulta el alimento cuestionado, tomando en cuenta que los ácidos grasos volátiles son la principal

fuerza de energía del animal rumiante. El ácido propiónico será de los tres ácidos grasos volátiles el que promoverá el engorde más eficiente, y el ácido acético será el responsable de el depósito de grasa tisular. Es evidente desde el punto de vista práctico para la engorda de ganado que existen ventajas en el uso de dietas que durante la fermentación rinden la cantidad mínima de acético y la mayor de ácido propiónico. Un último experimento lo representó la prueba de "Digestibilidad aparente", aparente porque al contener las heces ciertos compuestos del metabolismo interno del animal que ingresan principalmente por la bilis, además de restos de compuestos de otras secreciones digestivas, así como células desprendidas del aparato digestivo, los datos obtenidos finalmente en cuanto a composición serán no lo suficientemente exactos, pero se acercan bastante a los datos reales.

MATERIAL Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la Unidad Central del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Palo Alto, D.F.

La caña de azúcar empleada fue de la variedad CP-29-203, de 11 meses de edad, y se adquirieron 14 toneladas en el municipio de Yautepec Morelos.

Se hicieron 4 ensilajes de 3.5 toneladas cada uno. El primero consistió de caña molida (toda la caña se molió en el molino Chetumal), con una humedad de 71.13 %. En el segundo se depositó caña molida con el mismo grado de humedad, pero en éste caso se adicionó una solución saturada de hidróxido de sodio de tal forma que en base seca la relación de caña a NaOH fuera de 96:4.

Para elaborar los dos silos restantes se dejó marchitar al sol la caña entera durante 5 días llegando a alcanzar ésta una humedad de 61.8 %, momento en que se procedió a moler. El silo 3 consistió en caña marchitada molida sin aditivo, y el 4o. ensilaje, caña marchitada molida con hidróxido de sodio en la misma proporción que en el caso del segundo silo. Todos los silos fueron perfectamente empisonados y tapados con mantas de plástico.

Los silos fueron destapados 45 días después de su preparación, procediéndose a efectuar los análisis químicos correspondientes según A.O.A.C. (1975).

Se llevaron a cabo tres experimentos biológicos:

Experimento 1:

Se realizó una prueba de comportamiento con 24 borregos merino machos castrados, desparasitados, cuyo peso promedio inicial fue de 20.5 kg. Se distribuyeron por pares, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Fueron alojados en corraletas con piso de cemento, provistas de comedero y bebedero de pila. El ensilaje de caña se les proporcionó ad libitum, y para llenar sus requerimientos según NRC (1975), se les proporcionaron a cada borrego 500 g diarios de un concentrado de sorgo con 7% de urea. Los animales fueron pesados, previo ayuno de 18 horas al inicio del experimento, y cada 21 días hasta la finalización del mismo, el cual tuvo una duración de 63 días.

Experimento 2:

Se llevó a cabo una prueba de patrones de fermentación ruminal. Se utilizaron 4 borregos pelibuey, machos castrados, fistulados ruminalmente, con un peso promedio inicial de 31.6 kg. El diseño utilizado fue un cuadrado latino 4 X 4. El ensilaje de caña se ofreció ad libitum adicionándose 30 g de urea diariamente por animal para llenar sus requerimientos de proteína (NRC, 1975). Cada ensilaje fue proporcionado durante cuatro periodos de 21 días cada uno; durante los últimos 5 días de cada periodo se extrajeron 20 ml de líquido ru-

minal por borrego, a los que se agregó 1 ml de una solución saturada de HgCl como conservador e inhibidor de crecimiento bacteriano. Las muestras fueron congeladas hasta su análisis, para efectuar éste último las 5 muestras por borrego por periodo fueron mezcladas, tomándose entonces una muestra única. De acuerdo a la técnica las muestras se desproteinizaron y acidificaron, posteriormente fueron centrifugadas a 1200 rpm durante 20 min a 2 °C. Del líquido sobrenadante se tomó una alícuota agregándosele entonces alcohol amílico en la proporción 10:0.6. Este preparado se inyectó en un cromatógrafo de gases Varian modelo 1800 para hacer la lectura de ácidos grasos volátiles.

Experimento 3:

Ocho borregos pelibuey machos castrados, con peso promedio inicial de 31.2 kg fueron distribuidos conforme a un diseño cuadrado latino 4X4 con dos repeticiones. Los periodos experimentales fueron de 21 días, de los cuales 7 fueron de adaptación al alimento en corral, 9 de adaptación y estandarización de consumo en jaulas metabólicas y 5 de recolección total de heces y orina. Los ensilajes experimentales fueron proporcionados ad libitum, adicionándose 30 g de urea por animal por día para cubrir los requerimientos del N.R.C. (1975). De la excreta diaria por animal se tomó una alícuota, la cual fue congelada; la cantidad total de orina excretada diariamente era medida y preservada adicionándose-

le 7.5 % de una solución de HCl al 20 %, congelándose también una alfcuote. A las muestras de excreta se les determinó fracciones de fibra (Van Soest y Wine, 1967 y 1968), nitrógeno, humedad, cenizas totales y cenizas insolubles (A. O.A.C., 1975). A las muestras de orina se les determinó contenido de nitrógeno por el mismo método antes mencionado. La prueba de digestibilidad aparente se basa en medir el total del alimento consumido en un periodo dado, y medir la cantidad de heces que excreta durante el mismo periodo. Se hacen determinaciones químicas tanto de heces como de alimento a fin de conocer el contenido de proteína, materia orgánica, fracciones de fibra, cenizas; y por diferencia sabremos cuánto del alimento fue digerido por el animal. El coeficiente de digestibilidad se obtiene gracias a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Dig} = \frac{\text{Msd} \times \% \text{ Nut.d} - \text{Msh} \times \text{Nut.h}}{\text{Msd} \times \% \text{ Nut.d}}$$

Msd = materia seca de la dieta

Nut. d = nutrientes de la dieta

Nut. h = nutrientes de las heces

Msh = materia seca de las heces

La información de los experimentos fue analizada estadísticamente por medio de análisis de varianzo (Steel and Torrie, 1960).

RESULTADOS

Los resultados de los análisis bromatológicos efectuados a los ensilajes se muestran en el cuadro 2. El contenido de proteína (N X 6.25) y de nitrógeno no proteico no sufrió ninguna variación en aquellos ensilajes adicionados con NaOH. En contenido de cenizas totales observamos un aumento en aquellos ensilajes tratados con el álcali, no siendo así el caso de las cenizas insolubles las cuales permanecieron constantes. En fracciones de fibra observamos diferencias entre tratamientos; hubo una disminución en hemicelulosa, celulosa y lignina en los ensilajes adicionados con el hidróxido de sodio, y un aumento en el contenido celular, resultados similares a los encontrados por Smith y Broster (1977).

Los resultados de pH se muestran en el cuadro 3. En general, el pH tendió a ser superior en aquellos silos que se prepararon con el NaOH.

Experimento 1:

Los resultados de la prueba de comportamiento se muestran en el cuadro 4. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en ganancia de peso y en consumo de alimento entre los animales recibiendo ensilajes tratados con NaOH con respecto a aquellos que recibieron los no tratados ($P \leq 0.05$), independientemente del grado de humedad de la caña al momento de ser ensilada; no se observó interacción significativa ($P \geq 0.05$) entre los factores estudiados. El consumo voluntario fue superior en el caso de los ensilajes tratados con NaOH.

Experimento 2:

Los resultados de este estudio se presentan en el cuadro 5. La producción ruminal de ácidos grasos volátiles se afectó significativamente por la adición de NaOH a la caña al momento de ensilar. La concentración de ácido acético (milimoles 100 ml) aumentó en forma significativa ($P \leq 0.10$) debido al efecto del marchitado (gráfica 1-a); no se observó efecto a la adición de NaOH ni de interacción ($P \geq 0.05$). La concentración de ácido propiónico se vio aumentada significativamente con la adición de NaOH ($P \leq 0.02$); el marchitado ejerció un efecto significativo, aumentando la concentración de este metabolito ($P \leq 0.05$); la interacción entre marchitado y adición de NaOH fue también significativa ($P \leq 0.05$). En cuanto a producción de ácido butírico no se observaron efectos significativos en ninguno de los casos ($P \geq 0.05$). La concentración total de ácidos grasos volátiles fue mayor para los líquidos ruminales provenientes de aquellos animales consumiendo ensilaje de caña marchitada ($P \leq 0.10$) (Gráfica 1 a-b-c-d), no siendo el caso para el factor álcali ni para la interacción ($P \geq 0.05$). Los porcentajes molares de ácido acético al tratar la caña fueron disminuidos significativamente ($P \leq 0.10$), (gráfica 2) en este parámetro no se observó efecto ni del marchitado ni de la interacción ($P \geq 0.05$). El ácido propiónico del líquido ruminal proveniente de animales alimentados con ensilaje tratado fue estadísticamente superior ($P \leq 0.05$) (gráfica 2) no existiendo diferencia por efecto del marchitado

ni por la interacción ($P \geq 0.05$). Para el ácido butírico no se observó ningún efecto significativo.

Experimento 3:

Los resultados de la prueba de digestibilidad aparente se muestran en el cuadro 6. Al igual que ocurrió en el experimento 1, el consumo de materia seca y por ende de materia orgánica de los borregos consumiendo los tratamientos con NaOH fue significativamente superior ($P \leq 0.05$). Sin embargo en este caso también se observó un efecto significativo al contenido de humedad de la caña al momento de ensilarse, puesto que el ensilaje de caña marchitada fue consumido en mayor cantidad que el ensilaje de caña molida fresca. La digestibilidad aparente de las fracciones de fibra de los ensilajes en estudio no fue estadísticamente diferente para los cuatro tratamientos; en el caso de contenido celular mostró un efecto por marchitado. La digestibilidad de nitrógeno fue significativamente menor en los tratamientos con NaOH.

Cuadro 2

ANALISIS QUIMICO DE ENSILAJES DE CAÑA DE AZUCAR, %

CAÑA	FRESCA		MARCHITADA	
	SIN	NaOH	SIN	NaOH
Proteína (N X 6.25) %	3.32	3.30	3.17	3.55
Nitrógeno no proteico %	1.40	1.32	1.35	1.15
Cenizas %	7.35	11.57	6.97	12.42
Cenizas insolubles %	3.70	2.95	4.02	3.67
FND %	65.27	58.16	59.18	57.66
Hemicelulosa %	16.37	12.49	14.83	13.71
Contenido celular %	34.74	41.84	40.83	42.34
FAD %	48.90	45.67	44.35	43.95
Celulosa %	35.98	34.37	32.66	30.57
Lignina %	9.60	8.50	8.23	7.38

Cuadro 3

VALOR DE pH DE LOS ENSILAJES DE CAÑA DE AZUCAR

CAÑA	FRESCA		MARCHITADA	
ADITIVO	---	NaOH	----	NaOH
pH	4.4	6.6	4.0	7.4

Cuadro 4

COMPORTAMIENTO DE BORREGOS MERINO ALIMENTADOS CON
ENSILAJES DE CAÑA DE AZÚCAR, FRESCA O MARCHITADA, SIN Y CON NaOH,

CAÑA	FRESCA		MARCHITADA	
	SIN	NaOH	SIN	NaOH
Peso inicial, kg	19.9±2.67 ^a	20.9±1.56 ^a	18.8±1.66 ^a	22.3±1.56 ^a
Gainancia diaria, g	86±15 ^a	133±12 ^b	98±06 ^a	127±27 ^b
Consumo diario, g base seca				
ensilaje	345±132 ^a	687±248 ^b	401±100 ^a	739±329 ^b
sorgo	500 ^a	500 ^a	500 ^a	500 ^a

a, b/ Para cada parámetro, valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$).

-18-
Cuadro 5

PRODUCCION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN BORREGOS ALIMENTADOS
CON ENSILAJE DE CAÑA FRESCA O MARCHITADA, SIN Y CON LA ADICION DE NaOH.

CAÑA	FRESCA		MARCHITADA	
	SIN	NaOH	SIN	NaOH
<u>Milimoles %</u>				
Acetato	5.71±2.46 ^a	5.04±1.69 ^a	8.52±2.85 ^b	8.43±4.33 ^b
Propionato	0.94±0.47 ^{ceg}	1.34±0.49 ^{dfg}	1.10±0.25 ^{deg}	2.07±0.40 ^{df}
Butirato	0.59±0.38 ^h	0.69±0.56 ^h	0.46±0.30 ^h	0.82±0.36 ^h
Total	7.24±3.15 ^a	7.07±2.54 ^a	10.08±3.22 ^b	11.32±3.96 ^b
<u>% Molar</u>				
Acetato	79.0±5.28 ^a	72.2±6.90 ^b	83.4±3.69 ^a	72.1±8.50 ^b
Propionato	12.7±0.80 ^c	19.3±6.07 ^d	11.1±4.20 ^c	20.3±6.90 ^d
Butirato	8.3±4.84	8.5±3.94	5.5±0.98	7.6±2.33

a,b/ Para cada parámetro, valores con distinto literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.10$)

c,d/ Para cada parámetro, valores con distinto literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$)

e,f/ Valores con distinto literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$)

g/ Interacción significativa ($P \leq 0.05$)

h/ Diferencia no significativa ($P \geq 0.05$)

Cuadro 6

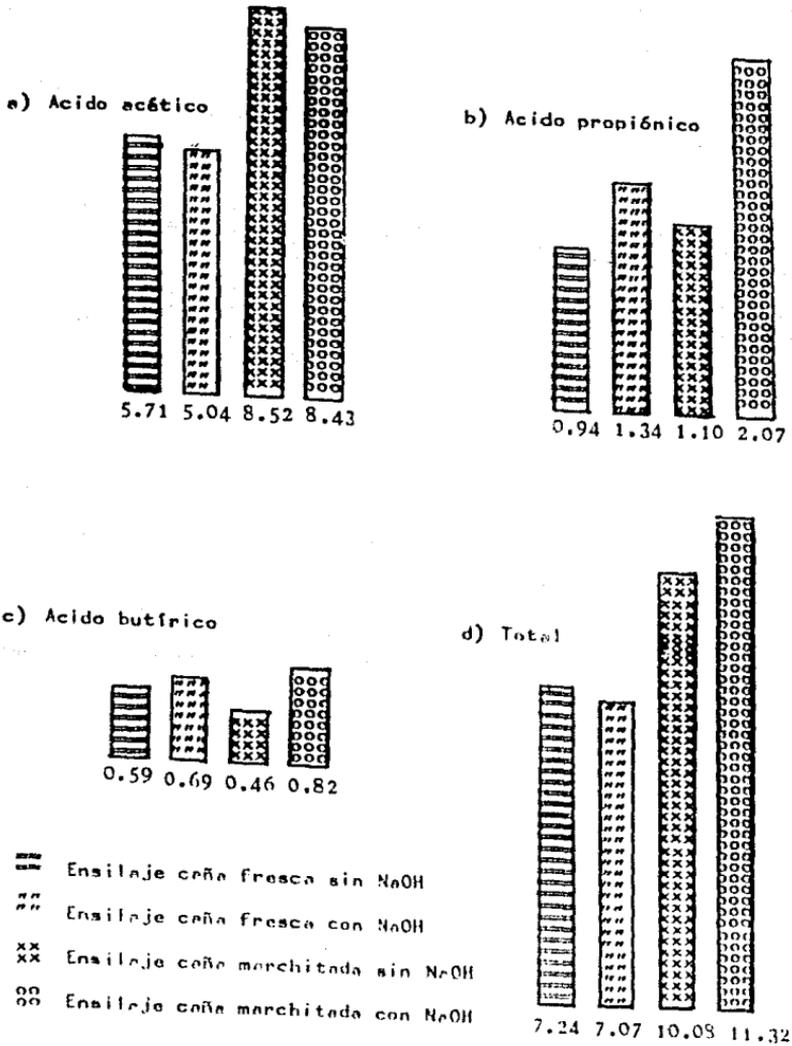
CONSUMO DE ALIMENTO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DEL ENSILAJE DE CAÑA DE AZUCAR TRATADO Y NO TRATADO CON NaOH, EN BORREGOS.

CAÑA	FRESCA		MARCHITADA	
	SIN	NaOH	SIN	NaOH
ADITIVO				
Consumo diario, g (MS)	627 _{ac} ±178	1145 _{bc} ±264	772 _{ad} ±193	1213 _{bd} ±210
Consumo diario, g (MO)	582 _{ac} ±168	1013 _{bc} ±238	718 _{ad} ±176	1062 _{bd} ±181
DIGESTIBILIDAD %				
Materia seca	41.87±19.27	41.91±13.21	47.89±10.59	55.72±11.47
Materia orgánica	39.15±24.14	44.98±13.45	44.43±10.76	48.83±15.32
FND	44.61±21.75	34.62±13.75	39.08±13.31	47.83±14.92
Contenido celular	59.61±12.62 ^a	51.57±13.67 ^a	62.40± 6.49 ^b	66.83± 7.74 ^b
FAD	39.01±21.38	33.68±13.08	37.36±16.62	47.20±15.08
Celulosa	50.77±18.77	49.24±14.75	49.24±12.40	54.80±14.12
Nitrógeno	69.56±15.57 ^a	52.46±13.97 ^b	67.58± 5.88 ^a	57.35±13.51 ^b

a, b/ Para cada parámetro, valores con distinta literal son diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$).

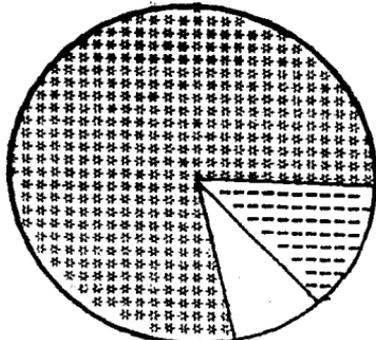
Gráfica 1

PRODUCCION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES, MILIMOLES %



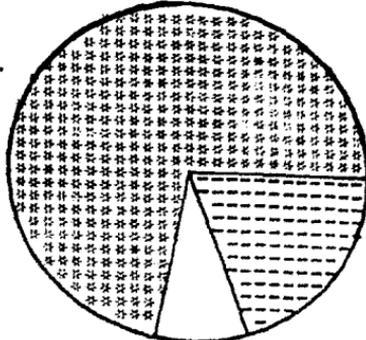
PRODUCCION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES (% MOLAR).

Caña fresca sin NaOH



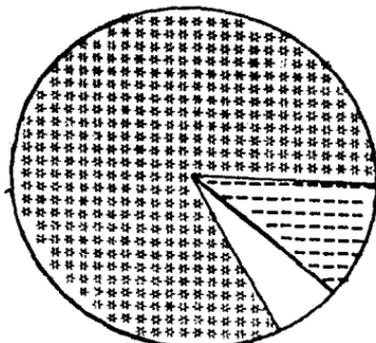
** acético 79.0 %
 == propiónico 12.7 %
 butírico 8.3 %

Caña fresca con NaOH



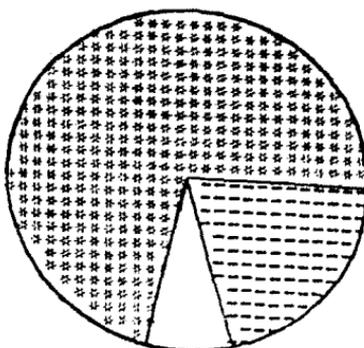
** acético 72.2 %
 == propiónico 19.3 %
 butírico 8.5 %

Caña marchitada sin NaOH



** acético 83.4 %
 == propiónico 11.1 %
 butírico 5.5 %

Caña marchitada con NaOH



** acético 72.1 %
 == propiónico 20.3 %
 butírico 7.6 %

DISCUSION

Experimento 1:

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en ganancia de peso y consumo de alimento entre los animales recibiendo ensilajes tratados con NaOH con respecto a aquellos que recibieron los no tratados. El consumo voluntario se incrementó en el caso de los ensilajes tratados con NaOH, lo que quizás se haya debido a la disminución de la concentración de alcohol, el cual es sabido, deprime el apetito en otras especies (Lieber, 1976). Por otro lado, el mayor consumo de alimento puede estar relacionado también al pH del ensilaje; algunos autores reportan que cuando un alimento es alcalinizado se observa un incremento en el consumo voluntario (Bhattacharya y Warner, 1968). Aunque en este experimento no se midieron los ácidos grasos volátiles presentes en el silo, información proveniente de otros autores (Tufinio et al, 1978) indica que ocurre una reducción en el contenido de ácido acético al adicionar NaOH (0.806 vs 0.016 % para caña ensilada sin y con NaOH respectivamente), y algunos investigadores sostienen que niveles elevados de ácido acético en el alimento son depresores del apetito (Baile y Pfender, 1966). Es importante hacer notar que el hecho de que el pH de los ensilajes tratados fuera más elevado que los no tratados, de acuerdo a lo reportado por Gómez y Viniegra González (1978), favorece la proliferación de microflora propiónica, además el ácido láctico puede ser producido a pH de 6.5 sin proteína; las bacterias productoras de etanol necesitan mayor número de pepto-

nes (C/N = 4) que las acéticas pero esto solamente ocurre a un pH de 4.5; ellos sugieren utilizar éstos resultados a gran escala en fermentaciones de ensilajes, con titulantes alcalinos y fuentes no proteicas, si se mantiene un pH por arriba de 4.5 cuando se fermentan azúcares con flores mixtas.

La menor ganancia de peso de los borregos alimentados con caña ensilado sin NaOH parece estar relacionada principalmente al bajo consumo voluntario del forraje, ya que éste fue hasta del 50% en relación a los otros grupos. La ganancia de peso de aquellos animales que recibieron ensilaje tratado con NaOH, aunque superior al grupo que recibió ensilaje no tratado, fue menor de la esperada (N.R.C. 1975). Cabe hacer notar que todos los animales, independientemente del tipo de silo, recibieron diariamente 500 g de sorgo urea, que constituyó entre el 40 y 60 % del total de la materia seca de la ración. En vista de los resultados, aparentemente los suplementos empleados en las cantidades ofrecidas, no aportan los precursores metabólicos suficientes para la síntesis de proteína microbiana (Preston, 1978).

Experimento 2:

El ácido propiónico ruminal se vió incrementado en su concentración en borregos consumiendo ensilaje adicionado con NaOH. Aparentemente el efecto que el NaOH pudo tener sobre el ensilaje, fue el de modificar el proceso de fermentación del mis-

mo, dando lugar a que los lactobacilos proliferaran adecuadamente gracias a las condiciones de pH (Gómez y Viniegra González, 1978), y actuaran sobre un sustrato disponible para la producción de ácido láctico. Al haber mayor cantidad de ácido láctico en el ensilaje, el valor alimenticio de éste mejora notablemente, ya que el ácido láctico es precursor del ácido propiónico (Annison y Armstrong, 1970), el cual es un ácido graso volátil que es utilizado por el hígado para producir glucógeno, lo cual se traduce en aumentos de peso.

La concentración de ácido acético así como la de propiónico, aumentaron en el líquido ruminal de borregos consumiendo ensilaje de caña marchitada, lo cual concuerda con lo observado por otros autores en el sentido de que tanto la concentración total de ácidos grasos volátiles, como la de alguno de ellos en particular aumenta con éste proceso (Wilkinson, Wilson y Barry, 1976). Los datos de porcentaje molar en cuanto a una disminución porcentual de acético con el consecuente aumento de propiónico en rumen de borregos consumiendo ensilaje adicionado con el álcali, parecen indicar que la producción de propionato se efectuó a expensas de acetato, lo que explica la disminución significativa en porcentaje molar de éste último. La mayor cantidad de ácido propiónico en rumen de borregos que consumieron caña tratada podría complementar la explicación sobre el mejor comportamiento de los animales del experimento No 1, que consumieron el forraje con álcali, pues es generalmente reconocido que niveles altos de ácido propiónico se traducen en mejores ganancias de peso de los animales (Annison y Armstrong, 1970).

Experimento 3:

Del mismo modo que en el experimento 1, el consumo de materia seca fue superior para aquellos borregos que se sometieron a los tratamientos de ensilaje de caña con NaOH. Además, en éste estudio el grado de humedad de la caña al ensilarse tuvo también un efecto significativo, dado que la caña marchitada tuvo consumos mayores, información que concuerda con lo observado por Wilkinson et al., (1974). El efecto sobre el consumo resulta interesante, dado que los animales no recibieron algún otro tipo de concentrado, los consumos de alimento son más evidentes. Los consumos de alimento de borregos bajo el tratamiento de ensilaje con sosa fueron bastante aceptables; sobre todo en el caso del tratamiento 4, en el que además del factor sosa, el factor humedad (caña marchitada) ejerció un efecto que se tradujo en mayor consumo. Esto quiere decir que con una pequeña suplementación que mejore el contenido de proteína total, a base de grano, que al mismo tiempo aporte grasa y los metabolitos necesarios, se podrían mejorar aún más los consumos de alimento (De Alba, 1971).

En los resultados de digestibilidad aparente de fracciones de fibra no se observó diferencia estadística significativa. Esta falta de significación estadística concuerda con lo informado por otros autores quienes al estudiar la planta completa de maíz tratada y no tratada con NaOH fueron capaces de detectar diferencias en digestibilidades in vitro, más no in vivo (Klopfenstein et al., 1972). La digestibilidad de nitrógeno

fue significativamente menor en los tratamientos con NaOH, fenómeno que ya ha sido informado con anterioridad por otros autores que investigaron otro tipo de forrajes (Schneider y Flatt, 1975). De todas formas, aunque la digestibilidad no se vió aparentemente modificada, la productividad del animal puede terminar siendo mayor, pues favoreciendo un incremento en el consumo voluntario, podemos lograr mayores aumentos de peso de los animales.

CONCLUSIONES

En las zonas tropicales de nuestro país, la caña de azúcar puede utilizarse como suplemento en la época de secas y así complementar al pastoreo para evitar parcialmente el tradicional descenso en peso vivo de los animales en agosto-diciembre, evitándose al mismo tiempo el desperdicio de caña que por diferentes causas no se lleva al batey.

Lo más conveniente por ahorro en mano de obra y manejo, es en silarla, y para mejorar el valor alimenticio del ensilaje se pueden adicionar sustancias alcalinas como el hidróxido de sodio.

El hidróxido de sodio es capaz de modificar el proceso fermentativo del ensilaje, esto es inhibiendo la producción de alcohol y favoreciendo la proliferación de lactobacilos.

El valor alimenticio del ensilaje de caña de azúcar fue más alto cuando se adicionó hidróxido de sodio, reflejándose en mayores consumos de alimento y mejores ganancias diarias de peso en una prueba de comportamiento, observándose diferencias estadísticas entre tratamientos.

Se mejoró la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen de animales consumiendo ensilaje de caña de azúcar tratado con NaOH. Las mejores ganancias de peso de los animales pueden explicarse no solamente gracias a la mayor cantidad de ensilaje consumida, sino probablemente también al tipo de fermento--

ción ruminal que se favorece cuando el animal consume el ensilaje tratado con el álcali.

En las pruebas de digestibilidad aparente no se observaron diferencias entre tratamientos, pero si se observaron consumos de alimento más altos cuando los animales recibían ensilaje adicionado con sosa.

La productividad del animal puede terminar siendo mayor pues, favoreciendo un incremento en el consumo voluntario podremos lograr mayores aumentos de peso.

La investigación dentro de la nutrición animal debe avocarse a estudiar la manera de intensificar el aprovechamiento de esquilmos agrícolas, mejorando los métodos hasta ahora empleados en la preservación de forrajes, haciéndolos más nutritivos por medio del estudio de la manipulación de la fermentación, en el caso de ensilajes.

BIBLIOGRAFIA

- 1 .- Annison, E.F. and D.G. Armstrong, 1970, Volatile fatty acid metabolism and energy supply. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant, Edited by A.T. Phillipson, Oirel Press, Newcastle England, p.p. 422-437.
- 2 .- A.O.A.C., 1975, Official methods of analysis, 12th ed. Association of official agricultural chemists, Washington, D.C.
- 3 .- Baile, C.A. and Pfender, W.H., 1966, A possible chemosensitive regulatory mechanism of ovine feed intake, Am. J. Physiol. 210: 1243.
- 4 .- Bhattacharya, A.N. and R.G. Warner, 1968, Voluntary feed intake of pelleted diets for cattle, sheep and rabbits as affected by different alkali supplements, J. Anim. Sci 27: 1418.
- 5 .- De Alba Jorge, 1971, Alimentación del ganado en América Latina, La Prensa Médica mexicana, 2a. ed. p.p. 177-181.
- 6 .- Gómez, G.J, Viniestra-González, 1978, Limitantes de acidez y fuente nitrogenada en la fermentación de glucosa por inóculos de estiércol, Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- 7 .- Hatch, M.D. and C.R. Slack, 1966, Photosynthesis by sugar cane leaves. Biochem. J. 102: 10.

- 8.- Klopfenstein, T.J., V.E. Krause, M.J. Jones, and W. Woods, 1972, Chemical treatment of low quality roughages, *J. Anim. Sci.*, 35: (2): 418-422.
- 9.- Klopfenstein T.J., 1978, Chemical treatment of crop residues, *J. Anim. Sci.*, 46 (3): 841-848.
- 10.- Lieber Charles, 1976, Metabolism of alcohol, *Scientific American*, 234 (3): 3-12.
- 11.- N.R.C., 1975, Nutrient requirements of sheep, fifth revised ed. National Research Council.
- 12.- Ohyama, Y. and S. Hara., 1975, Growth of yeasts isolated from silages on various media and its relationship to aerobic deterioration of silage, *Jap. Journ. of Zoot. Sci.*, 46 (12): 713-720.
- 13.- Preston, T.R., and M.B. Willis, 1974, Producción intensiva de carne, Editorial Diana, 1a. Ed. México. p.p. 258-266, 418-440.
- 14.- Preston, T.R., 1978, Limitaciones y perspectivas para la utilización de la caña de azúcar en la producción de leche y carne. II Reunión Internacional la Caña de azúcar en la alimentación animal. Oaxtepec Morelos, México.
- 15.- Smith T., and W.H. Broster, 1977, The use of poor quality fibrous sources of energy by young cattle, *W. Rev. of Anim. Prod.*, 13 (1): 49-58.

- 16.- Steele, R.G.D. and J.H. Torrie, 1960, Principles and procedures of Statistics, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- 17.- Schneider, H. and P.W. Flatt, 1975, The evaluation of feeds through digestibility experiments, The University of Georgia Press.
- 18.- Tufinio, S., F.M. Calderón., y A.S. Shimada., 1978, Efecto de la adición de hidróxido de sodio al ensilar caña de azúcar en su composición. En Prensa (Técnica Pecuaria) México.
- 19.- Van Soest, P.J. and R.H. Wine, 1967, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Rapid method for the determination of fiber and lignin, J Assoc. Official Agr. Chem., 46 (5): 829.
- 20.- Van Soest, P.J. and R.H. Wine, 1967, Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV The determination of plant cell-wall constituents, J. Assoc. official Anal. Chem., 50:50.
- 21.- Van Soest, P.J. and R.H. Wine, 1968, Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate, J. Assoc. official Anal. Chem., 51: 780.
- 22.- Wilkinson, J.M., R.F. Wilson, and T.N. Barry, 1974, Factors affecting the nutritive value of silage, National Economic Development Office, Berkshire, England.

- 23.- Zamora Bucio, J.M.. 1973, Digestibilidad de la planta entera de la caña de azúcar ensilada para borregos de las razas merino y tabasco, Tesis de licenciatura, Fac. Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M., México, D.F.

TESIS



Tesis por computadora

Misión 25 Local 2

Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina

Escuela Universitaria