

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE TRATAMIENTOS FISICOS AL BAGAZO  
DE CAÑA (Saccharum officinarum) COMO COMPONENTE  
EN RACIONES PARA GANADO CAPRINO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CARLOS ALBERTO VILLARREAL AGUILAR

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1984

T

SF383

.5

M6

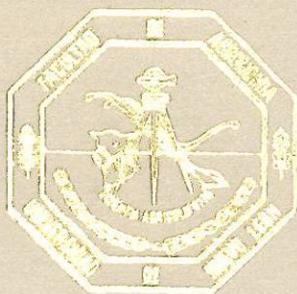
V5

C.1



1080063359

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE TRATAMIENTOS FISICOS AL BAGAZO  
DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) COMO COMPONENTE  
EN RACIONES PARA GANADO CAPRINO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CARLOS ALBERTO VILLARREAL AGUILAR

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1984

T  
SF383  
•5  
•M6  
V5

040 636  
FA 16  
1984



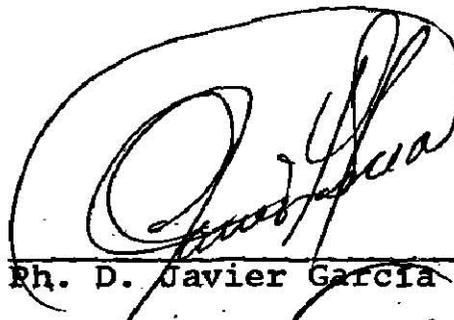
COMPARACION DE TRATAMIENTOS FISICOS AL BAGAZO DE CAÑA  
(Saccharum officinarum) COMO COMPONENTE EN RACIONES  
PARA GANADO CAPRINO

TESIS QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA PRESENTA:

CARLOS ALBERTO VILLARREAL AGUILAR

COMISION REVISORA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. Javier García Cantú

ASESOR AUXILIAR :



Ing. MC. Ramiro Santos García

MARIN, N.L.

SEPTIEMBRE DE 1984.

## DEDICATORIAS

Gracias a Dios.

A mis padres:

Con mi más profundo cariño y eterno  
agradecimiento por todo lo que de  
ellos he recibido.

A mis hermanos:

Yolanda y Gustavo

José E. y Blanca I.

Lilia A. y Jorge

Elva y William †

César H. y Ma. Magdalena

Jesús H. y Nelly

Con el cariño y afecto de  
siempre.

A mis sobrinos:

Jorge Enrique  
Gustavo Alberto  
Adrián Gerardo  
Martha Yolanda  
Lilia Josefina  
Suzanne Frances  
Blanca Idalia  
Jorge  
William Richard  
Lilia Alejandra  
José Carlos  
Alberto  
Ana María  
Magda Patricia  
Alexandra Janeth  
Lorena  
César Humberto  
Jesús Horacio

A mis familiares y amigos.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero respeto y agradecimiento a mis maestros y asesores:

Ph.D. Javier García Cantú  
Ing. M.C. Ramiro Santos García

por sus valiosos consejos en la realización de esta Tesis y por la amistad que me han brindado.

Mi agradecimiento al:

Ing. M.C. Raúl B. Rodríguez Peña

por sus atenciones ofrecidas en la realización de la presente Tesis.

Al personal del Centro de Fomento Caprino "San José" de la Facultad de Agronomía, U.A.N.L.

A todos mis maestros, compañeros y amigos que me brindaron su amistad y apoyo.

# I N D I C E

	Página
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Origen de las cabras.....	3
Comportamiento de las cabras en cuanto a su alimentación.....	4
Requerimientos nutricionales.....	5
Agua.....	5
Materia seca.....	6
Materia orgánica.....	7
Alimentos concentrados.....	7
Forrajes.....	8
Fibra.....	8
Proteína.....	9
Energía.....	10
Vitaminas.....	10
Minerales.....	13
Plantas tóxicas.....	15
Diversas formas para incrementar el aprovechamiento de los esquilmos agrícolas.....	15
Tratamientos químicos.....	15
Tratamientos físicos.....	17
Características del bagazo de caña de azúcar.....	17
Uso del bagazo de caña de azúcar.....	18
Estudios realizados con bagazo de caña de azúcar.....	19

	Página
<b>MATERIALES Y METODOS</b>	
Localización.....	23
Materiales y manejo de los animales.....	23
Modelo estadístico.....	25
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>DISCUSION.....</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>39</b>

## INDICE DE TABLAS

	Página
I. Consumo de materia seca en diferentes partes del mundo según distintos autores.....	7
II. Promedios recomendados de proteína para mantenimiento.....	10
III. Requerimientos de energía para mantenimiento.....	11
IV. Promedios de energía recomendados para mantenimiento.....	12
V. Recomendaciones de vitaminas para raciones de cabras.....	13
VI. Necesidades diarias de Calcio y Fósforo para el mantenimiento en ganado caprino adulto.....	15
VII. Análisis químico del bagazo.....	19
VIII. Análisis bromatológico de los productos utilizados en la formulación de las raciones.....	26
IX. Incrementos de peso observados durante la realización de este trabajo....	28
X. Análisis de covarianza de los incrementos de peso reportados en los tres tratamientos para cada pesada.....	29

	Página
XI. Medias ajustadas por covarianza para los tres tratamientos en cada una de las pesadas. Comparación de medias por el método de Duncan.....	30
XII. Evaluación económica por análisis incremental para cada tratamiento...	31
XIII. Prueba de aceptación.....	31

## INDICE DE FIGURAS

	Página
1. Incremento de peso promedio para cada tratamiento, comparado con los incrementos de peso normales que se <u>espera</u> ban obtener:.....	32

## INTRODUCCION

Uno de los principales problemas con que se enfrentan los ganaderos en la parte noreste de México es la alimentación de los animales, ya que es primordial para cualquier tipo de explotación.

En México, existen cerca de 10 millones de cabras, de las cuales el 96% son criollas. El estado de Nuevo León que se localiza en la parte noreste de México, cuenta con una población caprina que se estima en 583,061, de las cuales el 60% están distribuidas en el sur y el 40%, en el resto del Estado. A esta producción se dedican aproximadamente 13,000 familias, este Estado cuenta con tres millones de hectáreas áridas y semiáridas que corresponden a casi el 50% del total y son aptas para el pastoreo de esta especie.

No cabe duda que el buen manejo y funcionamiento del ganado caprino depende por lo general de las prácticas agronómicas que utilice el capricultor, por otra parte, el ganado caprino es una de las especies domésticas a las que no se le ha dado la debida importancia en nuestro país.

La cabra es un animal del cual se pueden utilizar casi todos sus productos y subproductos como son; carne, leche, cuernos, etc., y principalmente sus crías, que tienen una gran aceptación en la región como platillo típico.

Tomando en cuenta la explosión demográfica por la que atraviesa México estos últimos años, y teniendo en cuenta los problemas que afectan a la región noreste, como son las sequías y las heladas, períodos que traen como consecuencia pérdidas en la producción forrajera, se hace necesario el uso de nuevas técnicas de manejo y alimentación del ganado. Una alternativa para reducir la escasez de alimentos en épocas críticas, sería la utilización de subproductos agroindustriales de bajo costo.

El cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, es sin duda, una de las agroindustrias más importantes en México, tanto por los volúmenes procesados, como por la diseminación de las áreas cañeras a lo largo de las zonas tropicales y subtropicales del país. Del proceso de la molienda, quedan millones de toneladas de bagazo, subproducto susceptible de aprovecharse en la alimentación animal (rumiantes).

La gran cantidad de bagazo de caña que se produce en México, y que supera la cifra de 11 millones de toneladas anuales, se presenta como una alternativa para reducir los costos de alimentación. El bagazo de caña es considerado como un forraje pobre, por el alto contenido de fibra (lignina, celulosa, hemicelulosa, etc.) que posee, por lo tanto, se hace más difícil su digestibilidad, pero se ha observado que los caprinos tienen mayor capacidad para digerir la fibra que los ovinos y bovinos.

Si el bagazo de caña se utilizara de una manera más eficiente, se contaría con un alimento muy abundante y la competencia de alimentación humano-animal sería menor, por lo tanto, resulta importante examinar el consumo y la eficiencia alimenticia del bagazo de caña en ganado caprino, para conocer la clase de alimento de que se dispone y poder obtener mejores resultados, así como minimizar los costos de alimentación.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades

#### Origen de la Cabra

La cabra domestica pertenece al género Capra, el cual incluye de acuerdo a Ellerman y Morrison (1951) citados por Devendra (1978), cinco especies: hircus, ibex, caucasica, purineica y falconeri. Capra hircus, es considerada la verdadera cabra incluyendo la bezor (Capra hircus aegagrus). Se estima que hay aproximadamente 300 razas y tipos de cabras en el mundo (Devendra, 1978).

En una revisión de domesticación de animales en el prehistórico Cercano Este, Reed (1959) reportó que la mayoría de los huesos de cabra (Capra hircus) y oveja (Ovis aries) son tan similares que las especies son frecuentemente incluidas como "Caprovideos" en los reportes arqueológicos. Aun cuando estas especies son supuestamente fáciles de distinguir, uno debe ser siempre suspicaz de la validez de las identificaciones. Los investigadores no han certificado cual de los dos animales se domesticó primero, pero las evidencias más recientes indican que fue la cabra. Sin embargo, la oveja debio ser domesticada al mismo tiempo que la cabra o no mucho tiempo después. Existen evidencias definitivas de cabras domesticadas en las antiguas ciudades de Jaramo y Jerico (Irak y Palestina), las cuales datan de 8,500 años A.C.

Si asumimos en base a las pruebas presentes, que la domesticación de la cabra ocurrió en el suroeste de Asia, hay poco problema concerniente a la identidad del antecesor, ya que existe solo una población de cabras en esta región, Capra hircus aegagrus.

La Capra ibex, de la qual varios géneros existen en Europa, Africa y Asia, nunca fue domesticada. Sin embargo, no debemos descartar de que la Capra falconeri, también haya sido domesti-

cada pero estas evidencias estan menos sustentadas.

#### Comportamiento de las cabras en cuanto a su alimentación

La mayoría de las cabras se alimentan por medio de pastoreo en vegetaciones naturales. En este caso, las normas de alimentación tienen poco valor práctico, porque es difícil evaluar la cantidad y calidad del alimento consumido. Las cabras establecidas pueden ser alimentadas según las normas científicas publicadas en el NRC "National Research Council". Sin embargo, es obvio que las normas de alimentación para las cabras sirve sólo como guía general. La condición, la producción y la sanidad de las cabras serán los indicadores apropiados para evaluar si la alimentación es adecuada. Normalmente, las cabras logran sobrevivir consumiendo alimentos de poco valor nutritivo. Sin embargo, para una buena producción de éstas, necesitan alimentos de calidad (Koeslag et al., 1982).

Huston (1978) asevera que las cabras son enérgicas, inquisitivas y versátiles en el arte de obtener comida. Los constituyentes de la dieta son muchos y de tipo variado. Dice que hay multitud de evidencias experimentales que demuestran que la cabra tiene mayor capacidad de digestión que otros rumiantes.

Cordova, Rector y Short (citados por Huston, 1978) aseguran por el contrario, que los rumiantes pequeños tienen una habilidad digestiva menor, y por lo tanto, tienen que adaptarse a seleccionar forrajes muy discriminadamente según su calidad.

Gihad et al. (1980) dicen que las cabras estan habilitadas a consumir zacates y ramonear ciertos follajes que otras especies domésticas no podrían consumir.

Bell (citado por Gihad et al., 1980) concluye que las cabras toman el 60% de su dieta diaria del ramoneo y el otro 40%, de pastos que seleccionan cuando están pastoreando.

Willson (citado por Huston, 1978) notó que las cabras gas-

tan más de la mitad de su tiempo de pastoreo comiendo hojas y retoños de árboles y arbustos y también, tienen una preferencia especial por las inflorescencias y zacates.

Fraps y Cory (citados por Huston, 1978) encontraron que las cabras tienen una tendencia mayor que las vacas y ovejas a cambiar en dieta según los cambios de estación. Las cabras tienden a ser más altamente selectivas en tomar solo las partes palatables de la planta para ellas.

Huston et al. (1971, citado por Huston, 1978) estimaron los requerimientos nutritivos de cabras y encontraron estas estimaciones considerablemente más altas que aquellas generalmente aceptadas por ovinos.

#### Requerimientos Nutricionales

El alimento que consume el animal sirve para su mantenimiento y producción. Esta última, puede subdividirse en crecimiento, preñez, producción de leche, lana y pelo. Para satisfacer sus necesidades, se suministra agua, energía, proteínas y otras sustancias esenciales, como vitaminas y minerales. Básicamente, las cabras son consumidoras de forraje. Sin embargo, los animales altamente productivos deben, además recibir concentrados (Koeslag et al., 1982).

#### Agua

En la práctica, las necesidades de agua son altamente variables porque dependen de las condiciones climáticas, nivel de producción de leche, nivel de alimento consumido y del contenido de agua del alimento. El consumo de agua es relativamente bajo con dietas compuestas de forrajes verdes o ensilajes (Morand-Fehr, 1981).

En general, no hay límite de agua para la cabra. Debe disponer de agua abundante, limpia y renovada. La insuficiencia de

agua limita la producción lechera y ante todo, disminuye el apetito del animal y la cantidad total de alimento ingerido (Quittet, 1978).

French (citado por Lindahl, 1974) encontró que con temperaturas de 37°C, las tasas de recambio acuoso son de 188 y 197 cc/kg<sup>0.82</sup> por 24 hrs, respectivamente para cabras y ovejas.

El consumo total de agua libre, tomada por la cabra estabulada corresponde a 4-5 veces la cantidad de materia seca consumida. Esta cantidad se puede aumentar considerablemente debido a la cantidad de agua evaporada para mantener la temperatura corporal en cabras expuestas al calor (Gall y Mena, 1977).

#### Materia seca

El volumen de una ración se aprecia por la cantidad de materia seca que aporta (Bermejo, 1971).

El material desprovisto de agua se le llama materia seca del alimento. En muchos forrajes y concentrados se utiliza el término secado al aire, que se refiere al peso de un alimento normalmente seco, tal como se ofrece y se lo come el animal (De Alba, 1974).

La materia seca que se recomienda para un animal da idea de la cantidad de alimento de volumen que necesita. Si la cifra de materia seca es muy pequeña en comparación con las de proteínas y alimentos energéticos, significa que el animal necesita una alimentación muy concentrada o de poco volumen a base de granos o de otros alimentos muy nutritivos y con poca fibra. Si la cifra de materia seca es alta, la alimentación del animal debe de hacerse por el contrario a base de alimentos de volumen que tienen poco poder nutritivo y mucha fibra, pero son baratos (Bermejo, 1971).

El consumo de materia seca del ganado caprino es de 3.7 a 5.7 kg/100 kg de peso vivo, cifras superiores a las que se registran en

TABLA I. Consumo de materia seca en diferentes partes del mundo según distintos autores.

Alemania (Uhlwch)	2.3 Kg
Gran Bretaña (BGS Yaez Book, 1952)	2.3 a 3.0 Kg
E.U.A. (Mackenzie)	2.3 a 3.6 Kg
Malasia (Devendra, 1967)	1.237 Kg
India (Majunadaz, 1960)	1.375 Kg

Fuente: (México, 1971)

bovinos e incluso en ovinos (Quittet, 1978).

### Materia orgánica

#### Alimentos concentrados

Un concentrado suele describirse como un alimento o una mezcla de alimentos que proporciona nutrientes primarios (proteína, hidratos de carbono y grasas) y contiene menos del 18% de fibra bruta (Crampton y Harris, 1974).

La principal función de los alimentos concentrados es proporcionar la energía adicional precisa para producciones de leche que superan las obtenidas con los forrajes. Con los concentrados puede lograrse un mayor consumo de sustancia seca, ya que la digestibilidad de los concentrados es superior a la de los forrajes. Además, los concentrados son menos voluminosos, ocupan menos espacio en el tracto digestivo y generalmente, son más palatables que algunos forrajes (Schmidt y Van Vleck, 1976).

Cuando a las cabras se les suministran concentrados en grandes cantidades (más de 1 kg/día), pierden rápidamente el apetito; la posible razón de este hecho, radica en un balance erróneo (México, 1971).

Generalmente, la alimentación de los animales de engorda es extensiva. Se usa principalmente el pastoreo en pastizales

naturales, suplementando con esquilmos y subproductos agrícolas. En ocasiones, es económico en la alimentación de reproductores suministrar heno de alfalfa y forrajes verdes cortados. En casos excepcionales, se añade 1/2 kg de concentrado por animal cada día (Koeslag et al., 1982).

### Forrajes

Un forraje o alimento grosero suele considerarse como un producto herbáceo, tal como heno, ensilado, pastizal, etc., La característica distintiva del forraje suele ser su elevado contenido de fibra, que en los henos oscila frecuentemente entre el 25 y 30% del extracto seco (Crampton y Harris, 1974).

Hay dos formas de suministrar el forraje: ad libitum o racionado. En el caso de que halla suficiente forraje conviene darlo ad libitum tratando de que las cabras consuman las más grandes cantidades posibles. En esta forma, la alimentación es más fisiológica y la conversión de los nutrientes es más favorable que con dos o tres comidas al día. En cambio, si hay sólo cantidades limitadas de forraje o si hay fuentes más baratas de nutrientes, el forraje se suministra en raciones (Gall y Mena, 1977).

### Fibra

Donde la cabra se explota con la vegetación específicamente apta para sus exigencias, no habrá dificultades con el contenido de la ración en fibra. En cambio, si se alimenta en corral con alimentos ricos, puede surgir la necesidad de abastecerla en forma suplementaria con fibra. Con ese objeto, se puede utilizar paja de gramíneas y leguminosas, bagazo de caña de azúcar, cascarilla de algodón, etc. (Gall y Mena, 1977).

Hossain, Mia et al., Jan y Mamujumdar y Pant et al. (citados por Gihad, 1976) dicen que hay una evidencia considerable de que la cabra es excepcionalmente eficiente para digerir fibra cruda.

Gihad (1980) encontró que los coeficientes de digestibilidad para heno de zacate tropical natural fueron similares entre cabras y ovejas, exceptuando para fibra cruda, la cual digirieron mejor las cabras. Las cabras aparentan ser mejores utilizadores de forrajes pobres.

Devendra y Burns (citados por Gihad, 1980) citan estudios suponiendo que las cabras pueden digerir forrajes tropicales mejor que el ganado bovino. La fibra cruda fue especialmente bien utilizada por las cabras.

### Proteína

Los animales necesitan proteínas, ya que estas ayudan en: mantenimiento del cuerpo y para reemplazar células de los tejidos y enzimas de digestión. Producción de crías, carne, leche, pelos y lana (Koeslag, 1982).

El porcentaje de proteína en los pastizales naturales en la época de sequía es tan baja que el consumo total se ve afectado negativamente. La complementación con concentrados ricos en proteína, puede estimular el consumo de forrajes (Koeslag, 1982).

Sengar (1980) encontró que los requerimientos de proteína obtenidos de pruebas de digestibilidad para crecimiento y mantenimiento fueron de 4.52 y 5.55 g de proteína cruda digestible por kilogramo de peso corporal<sup>0.75</sup> respectivamente.

Rajpoot et al. (1980) determinaron que el requerimiento mínimo de proteína para mantenimiento, basados en nitrógeno, endógeno, unario (NEU), sólo viene a ser de 55 g/100 kg de peso vivo ó 1.42 g/kg<sup>0.75</sup> de peso vivo. Los requerimientos de proteína digestible para mantenimiento basados en (NEU) y nitrógeno metabólico fecal (NMF) estimados vienen a ser 116 g/100 kg de peso vivo ó 3.5 g/kg<sup>0.75</sup> de peso vivo.

TABLA II. Promedios recomendados de proteína para mantenimiento

PESO VIVO (kg)	PROTEINA CRUDA DIGESTIBLE (g/día)
40	32
50	40
60	48
70	56
80	64

Fuente: (Morand-Fehr, 1981)

### Energía

La energía es necesaria para el mantenimiento, trabajo, producción de leche, producción de carne y el crecimiento del animal (Koeslag, 1982).

Probablemente, la falta de energía es la deficiencia nutricional más común en los ovinos. Puede ser resultado de la carencia de alimento o del consumo de productos de baja calidad (Ensminger, 1973).

Los granos de cereales, como maíz, cebada, mijo y avena, se usan para reforzar el nivel energético de la ración al final de la preñez y durante la lactancia; y en las etapas de crecimiento y terminación (Ensminger, 1973).

### Vitaminas

Las vitaminas se clasifican en dos grupos: Las oleosolubles o solubles en materia grasa (A, D, E y K) y las hidrosolubles o solubles en agua (Complejo B, Vitamina C) (México, 1971).

La vitamina A, es un factor importante del crecimiento, de resistencia a las infecciones, de protección de los epitelios y en general, de regulación de todas las grandes funciones. Se encuentra en los forrajes verdes, en las leguminosas, en particular en las zanahorias (Quittet, 1978).

TABLA III. Requerimientos de energía para el mantenimiento.

RANGO DE PESO (kg)	P. V. (g)	P. V. (475) (g)	GANANCIA DIARIA DE P.V.	TOTAL DE ENERGIA CONSUMIDA	ENERGIA ELIMINADA EN HECES	E.D. GANANCIA	E.D. PARA MANTENIMIENTO	ED/P.V. 0.75
	(g)	(g)	(g)	(kcal)	(kcal)	(kcal)	(kcal)	(kcal)
20 - 30	25.73	62.8	4217	1443	2774	1227	1574	135
	11.42							
30 - 40	32.34	97.0	5167	1730	3436	1896	1541	114
	13.56							
40 en adelante	46.77	108.0	6464	2423	4041	2111	1930	108
	17.89							

P.V. = Kg. de peso vivo

E.D. = Energía digestible

Fuente: (Sengar, 1980).

TABLA IV. Promedios de energía recomendados para mantenimiento

PESO VIVO (kg)	ENERGIA NETA (MJ/día)
40	4.44
50	5.16
60	5.89
70	6.61
80	7.33

Fuente: (Morand-Fehr, 1981).

La deficiencia de esta vitamina causa ceguera nocturna, problemas en la piel, en el aparato respiratorio, reproductor y en los canales digestivos (Koeslag, 1982).

En los rumiantes, las bacterias del aparato digestivo pueden sintetizar la mayoría de las vitaminas del complejo B. Cier to tipo de dietas, particularmente las bajas en fibra cruda, pueden oponerse a la proliferación de estas bacterias, y por lo tanto, a la producción de estas vitaminas. Igualmente en los pa rásitos del aparato digestivo, pueden aprovechar las vitaminas ya sintetizadas y provocar una deficiencia (México, 1971).

La vitamina D, ha sido denominada antirraquítica, indispen sable para la buena osificación del esqueleto y por otra parte, regula la relación Ca:P. La vitamina D, se obtiene de la exposi ción de los forrajes a los rayos solares. Los animales realizan la síntesis de la vitamina D bajo la acción de los rayos ultra violeta. Es preciso, por lo tanto, vigilar el aporte de esta vi tamina cuando las cabras son mantenidas en estabulación perma nente (Quittet, 1978).

La vitamina E concomitante con Selenio, se ha considerado como un factor de la fertilidad. Su déficit parece favorecer la enfermedad denominada "Músculo blanco" y ocasiona mal sabor de la leche y trastornos nerviosos (Quittet, 1978).

TABLA V. Recomendaciones de vitaminas para raciones de cabras.

	Quittet, 1978 (UI/kg de peso vivo)	Morand-Fehr, 1981 (UI/kg de peso vivo)
Vitamina A	100 UI	100 UI
Vitamina D	10 UI	10 UI
Vitamina E	--	--

Las fuentes más importantes de vitamina E, son los gérmenes de las semillas de cereales, trigo y maíz (Borgioli, 1962).

La vitamina K se encuentra formando parte de la sangre del animal; todos los rumiantes están adecuadamente suplementados de esta vitamina en las raciones que se les proporcionan; una deficiencia es raramente reportada en ganado de carne; una deficiencia en cabras sería sumamente raro encontrar (Mackenzie, 1970), la vitamina K es la única oleosoluble sintetizada por las bacterias del rumen.

#### Minerales

El organismo de los animales pequeños trabaja con índice metabólico mayor por lo que se requiere de más minerales para su mantenimiento (México, 1971).

NRC, Fear, Canada Department of Agriculture y Rogers (citados por Haenlein, 1980) afirman que los libros de requerimientos de la National Research Council (NRC) sugieren que los requerimientos de minerales para cabras pueden ser estimados de recomendaciones para ganado lechero o consultando otras publicaciones.

**Calcio.** Principal constituyente del esqueleto, su deficiencia da lugar a la disminución de la producción, reducción del crecimiento y deformaciones óseas (Quittet, 1978). La absorción de calcio regulado por la vitamina D (1-25 DiOH colicalciferol),

ocurre principalmente en el duodeno, luego en menor cantidad en el yeyuno y por último, en el ileón (Haenlein, 1980).

**Fósforo.** Interviene en el metabolismo de glúcidos lípidos y protidos. Existe una relación estrecha entre P y Ca, el coeficiente Ca/P de la ración debe estar comprendido entre 1.3 y 1.7 (Quittet, 1978).

El fósforo es necesario para incrementar la energía muscular, para la producción de nuevas células del cuerpo, para el crecimiento, reemplazo o reproducción (Mackenzie, 1970).

**Potasio.** Es muy difícil que se observen carencias de potasio; sin embargo, se han descrito excesos que aparecen cuando los animales consumen mucha hierba joven o reciben subproductos de remolacha. Este exceso provoca una eliminación incrementada de sodio, así como diarreas que aceleran la desmineralización (Quittet, 1978).

**Sodio.** Los alimentos en general, no contienen cantidades suficientes de sodio y se deben hacer aportes bajo forma de "complementos minerales" o de "piedras de lamer". El sodio en exceso puede provocar trastornos, es recomendable no pasar de un gramo de sal por kilogramo de peso vivo del animal (Quittet, 1978).

Baranowski (citado por Haenlein, 1980) encontró que deficiencias de sodio en la dieta ocasiona pérdida de apetito y peso, reduce el volumen de la orina y cesa la lactación en cabra. Exceso de sodio en edades tempranas de cabras producen diarrea, músculo tembloroso y muerte.

**Selenio.** Su carencia favorece la miopatía paralítica (distrofia muscular) en los jóvenes. Necesidades 1 mg/kg de materia seca en la ración.

TABLA VI. Necesidades diarias de Calcio y Fósforo para el mantenimiento en ganado caprino adulto.

PESO DEL ANIMAL (kg)	Ca (g)	P (g)
40	3.0	2.0
50	3.5	2.5
60	4.0	3.0
70	4.5	3.5
80	5.0	4.0

Fuente: (Morand-Fehr, 1981).

#### Plantas Tóxicas

La cabra habituada a pastar, evita por sí sola y en tiempo normal la ingestión de plantas tóxicas. Sin embargo, estos accidentes pueden presentarse en periodos de escasez o de sequía, que lleva a los animales a consumir plantas verdes que no lo son normalmente (Quittet, 1978).

Según encuestas realizadas entre los capricultores de la región, algunas plantas tóxicas son: amargoso Parthenium hys terphorus, cadillo Xanthium ssp., canelo Melia asadarach, coyotillo Karwinskia humboldtiana, hiquerilla Ricinus comunis, huajillo Acacia berlandieri, quelite Amaranthus retroflexus, tasajillo Opuntia leptocaulis, etc. (García y Guajardo, 1976).

Diversas formas para incrementar el aprovechamiento de los esquilmos agrícolas.

#### Tratamientos químicos

Una gran cantidad de productos químicos han sido probados en el laboratorio para incrementar la digestibilidad de los

residuos de cosechas; sobresaliendo cuatro productos químicos que han sido rutinariamente usados en experimentación con animales.

- a). Hidróxido de sodio (Woodman y Evans, 1947; Stone et al., 1966; Jared y Donefer, 1970; Sanexa et al., 1971; Anderson y Ralston, 1973; Rounds y Klopfenstein, 1974; Todorov, 1975; Waller y Klopfenstein, 1975; Rexen y Thomsen, 1976; Klopfenstein, 1978; Berger et al., 1979 y Garret et al., 1979).
- b). Hidróxido de amonio (Waiss et al., 1972; Rounds y Klopfenstein, 1974; Todorov, 1975; Waller y Klopfenstein, 1975).
- c). Hidróxido de calcio (Rounds y Klopfenstein, 1974; Waller y Klopfenstein, 1975).
- d). Hidróxido de potasio (Klopfenstein y Woods, 1970; Rounds y Klopfenstein, 1974).

De los cuatro tratamientos químicos antes mencionados, tal vez el que ofrece mayores posibilidades por su bajo costo y fácil manejo es el de hidróxido de sodio.

El modo de acción de los tratamientos químicos ha sido descrito por Waller (1976).

- 1). Solubilizan algo de la hemicelulosa, no produciendo cambios sobre la célula.
- 2). Se incrementa la digestión de celulosa y hemicelulosa.
- 3). Se incrementa la tasa de digestión de la celulosa y hemicelulosa.

Roxen y Thomsen (1976) aseguran que los contenidos de lignina no son reducidos por la acción de los tratamientos químicos, de modo que el incremento en digestibilidad probablemente se deba a un rompimiento en los enlaces entre celulosa, hemicelulosa y lignina.

## Tratamientos físicos

Existen varias formas de tratamiento físico para los esquilmos agrícolas, siendo el molido, uno de los principales, ya que mediante este sencillo tratamiento se aumenta el valor nutritivo de los esquilmos debido a que se reduce el tiempo y energía necesaria para que las partículas de alimento pasen por el rumen; se aumenta la superficie de contacto y con ello, el índice de fermentación en el rumen, al facilitar el ataque microbiano; se aumenta la densidad de las partículas, y por consiguiente, aumenta la capacidad efectiva del animal (Pigden y Bender, 1972).

El peletizado es otro tratamiento físico y consiste en hacer después de la molienda pequeños comprimidos del alimento mediante la aplicación de temperatura y presión, y con este procedimiento, se logra un incremento en el consumo voluntario.

Otro tratamiento físico, es el de someter al esquilmo a presión y temperatura provocando con esto, una hinchazón de la fibra, que contribuye a la penetración en la misma de las enzimas capaces de descomponerla (Martin et al., 1974).

En los años recientes se han hecho estudios en donde se combinan tratamientos físicos y químicos (Naidoo et al., 1977; Garrett et al., 1981; Rangnekar et al., 1982; Barhate et al., 1983 y Harris et al., 1984).

## Características del bagazo de caña de azúcar

El cultivo y procesamiento de la caña de azúcar es una de las agroindustrias más importantes de México. Del proceso de la molienda quedan millones de toneladas de bagazo, subproducto susceptible de aprovecharse en la alimentación animal, más específicamente en la de rumiantes, debido al alto contenido de fibra (Barradas, 1981).

El subproducto o residuo de la molienda de caña se llama bagazo; es una fibra leñosa que contiene la caña y que sale de

los molinos unida de jugo residual y la humedad que queda del agua de inhibición. En la práctica más o menos la mitad de la fibra y la otra mitad se compone de agua y sólidos solubles. Las proporciones de estos componentes del bagazo varían según los procedimientos utilizados en la molienda y según la calidad y variedad de la caña molida (Meade, 1967).

El bagazo es un material que se estropea con facilidad y requiere técnicas especiales para conservarlo durante su almacenamiento. El bagazo se empaca y se almacena al aire libre en pilas científicamente levantadas para la ventilación y secado y se trata en la pila con ácido bórico y otros fungicidas. La parte superior de la pila se cubre con láminas metálicas para evitar que la lluvia moje el material. El bagazo seco se conserva indefinidamente si se protege contra los agentes atmosféricos (Enciclopedia de Tecnología Química, 1966).

#### Usos del bagazo de caña de azúcar

- Utilización directa e indirecta como combustible: energía eléctrica, briquetas de carbón, metano, gas de gasógeno.
- Productos fibrosos: pastas para papel y papel de embalaje, cartón ondulado y de caja, tableros de fibra, tableros conglomerados.
- Productos diversos: furfural, alfa-celulosa, materias plásticas, cementos de bagazo.
- Mejores de terreno y abonos: "mulching", "composte".
- Alimentación del ganado  
(Fauconnier y Basereau, 1975).

TABLA VII. Analisis químico del bagazo

COMPONENTES	BAGAZO SECO %	BAGAZO ENTERO %	FIBRA DE BAGAZO %	MEDULA DE BAGAZO %
Celulosa	40.00	46.00	56.60	54.40
Gomas (arabana, galactana, xilana).	24.40	24.50	26.11	29.30
Proteínas	1.8	-	-	-
Azúcares:				
Sacarosa	14.00	-	-	-
Glucosa	1.40	-	-	-
Acidos	0.40	-	-	-
Grasas y ceras	0.60	3.45	2.25	3.55
Cenizas	2.40	2.40	1.30	3.02
Lignina	15.00	19.95	19.15	22.30
Sílice	-	2.00	0.46	2.42

Fuente: (Enciclopedia de Tecnología Química, 1966)

#### Estudios realizados con bagazo de caña de azúcar

Los primeros intentos para usar fracciones de bagazo para la alimentación animal, fueron portadores de miel y se puso poca atención a la probabilidad de que el mismo bagazo fuera fuente de nutrientes. Los trabajos al respecto son recientes, y fueron estimulados por los resultados de Bender *et al.* (1970, citado por Preston, 1975) que el serrín y astillas de la madera dura, de sus desperdicios podrían procesarse por vapor bajo presión, al punto de tener un valor alimenticio energético equivalente a paja de calidad moderada. Bender (1971, citado por Preston, 1975), postuló que el bagazo, ya que poseía un arreglo de carbohidrato estructural similar a aquel de las ma-

deras duras, debería responder igualmente al tratamiento de vapor.

Preston (1975) utilizó la técnica de digestibilidad in situ en un toro, usando bagazo de caña de azúcar tratado con  $10.54 \text{ kg/cm}^2$  a  $180\text{-}200^\circ\text{C}$ , por espacio de 1.5 hr y encontró una digestibilidad de casi el triple comparado con el bagazo no tratado.

Wong You Cheong y colaboradores (1973, citados por Preston, 1975) indican que el bagazo de caña tratado ( $10.54 \text{ kg/cm}^2$  y  $180\text{-}200^\circ\text{C}$  por 1.5 hr) suplementado con urea y una pequeña cantidad de miel, es capaz de soportar los requerimientos del ganado vacuno en cuanto a mantenimiento y preñez, pero no respecto a crecimiento o de leche.

Carrión y colaboradores (1978) observaron que el bagazo de caña molido (con un suplemento líquido a base de melaza, sebo y urea) puede ser incluido como ingrediente en la formulación de alimentos completos para ovinos hasta niveles aproximados al 40% del peso total de la ración.

Naidoo y colaboradores (1977) encontraron que el tratamiento de bagazo crudo con vapor a una presión de  $20 \text{ kg/cm}^2$  durante 10 minutos ( $190\text{-}200^\circ\text{C}$ ) aumenta la digestibilidad de la materia seca aproximadamente desde 25-50%, principalmente debido a la hidrólisis de las fracciones de hexosanas y pentosanas a azúcares solubles.

Martin y colaboradores (1974) obtuvieron una respuesta baja con tratamientos de presión ( $4$  y  $5 \text{ kg/cm}^2$ , con 15-30 minutos) en bagazo de caña y concluyen que el efecto de la presión aplicada fue solo de tipo físico, favoreciendo al ataque de los microorganismos.

Martin y colaboradores (1976) reportaron que los niveles de presión son efectivos cuando se aplican bajas concentraciones de NaOH y que la disminución en lignina y aumento de los

carbohidratos solubles, explican los aumentos que se obtienen en la digestibilidad.

Rangnekar y colaboradores (1982) observaron que los tratamientos (5, 7 y 19 kg/cm<sup>2</sup> por 30 y 60 minutos) al bagazo de caña trajeron una baja significativa en la fibra neutral detergente, específicamente en el contenido de hemicelulosa y en pH. Los carbohidratos solubles y ácidos volátiles, aumentaron con los tratamientos, mientras que la fibra ácida detergente permaneció constante. Los incrementos en la digestibilidad de materia seca verdadera in vitro comparados con los no tratados, fueron 23-64% en bagazo de caña de azúcar con incremento de presión y período de tiempo. La digestibilidad de los componentes de la pared celular mejoró con el tratamiento de presión. La materia seca perdida resultante del tratamiento fue de 0.9-20% para el bagazo de caña.

Los tratamientos de presión, temperatura y alcali al bagazo de caña de azúcar, tienen un efecto benéfico complementario en el aprovechamiento de su valor nutritivo (Berhate et al., 1983). Stone y colaboradores (1965) aumentaron la digestibilidad del bagazo de caña de 14.6 a 69.3% con el 20% de tratamiento con lavado de alcali (3C<sub>2</sub>:6C<sub>3</sub>:1C<sub>4</sub>).

Harris y colaboradores (1983) observaron el efecto del bicarbonato de sodio en vacas lactantes en un tratamiento de alimentación continua de bagazo de caña tratado a presión y temperatura (peletizado y húmedo) y encontraron que el bicarbonato fue perjudicial para el consumo y producción de leche, pero el bagazo peletizado, tiende a ser útil para la producción de leche en ensilaje de maíz.

Cuando la urea es utilizada como una fuente de amonio para el tratamiento de residuos industriales, debe añadirse también una fuente de ureasa para garantizar una rápida liberación de amonio (Torres et al., 1982).

Han y colaboradores (1983) irradiaron al bagazo de caña con más de 100 Mrad (rayos  $\gamma$ ) y observó que el bagazo perdió su constitución de fibra y se hizo más pulposo. Además, el componente de hemicelulosa se descompuso más fácilmente que las fracciones de celulosa y lignina.

Valdez y Leng (1976); Bobadilla y Rowe (1979), mostraron que la tasa de digestión de la fibra de caña de azúcar en el rumen es muy baja y que la acumulación de fibra no digerible en el rumen limita el consumo voluntario de los alimentos basados en caña de azúcar.

Uno de los factores que limita el consumo voluntario de la caña de azúcar, es la lenta tasa de digestión del componente fibroso de la ración y no la capacidad fermentativa del rumen en sí (Ravelo et al., 1978).

Ferreiro (1978) asegura que el 80% de la materia seca de dietas basadas en caña de azúcar se digiere en el rumen y dice que es importante proporcionar nitrógeno suplementario para lograr una fermentación adecuada en el rumen.

Leng y Preston (1976) indican que la limitación principal a la productividad animal en dietas basadas en caña de azúcar, es el consumo voluntario, el cual a su vez se limita por la disponibilidad de aminoácidos para la síntesis protéica y de la gluconeogénesis y ácido propiónico para la síntesis de glucosa.

Preston (1977) indica que el valor de aminoácido en el rumen es relativamente alto en dietas basadas en caña de azúcar y urea.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Fomento Caprino "San José" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la Carretera 85 México-Laredo, libramiento Noreste Km 17, municipio de Villa de García, N.L., estando a una altura sobre el nivel del mar de 452 m, siendo sus coordenadas geográficas 100°27' Longitud Oeste y 25°48' Latitud Norte. El clima de la región es semiárido, con una época de lluvias muy irregular, encontrándose precipitaciones pluviales que varían de 225 a 510 mm anuales y con una temperatura media anual de 19.65°C (Observatorio Monterrey Dirección de Geografía y Meteorología. S.A.R.H.).

La duración del trabajo fue de 125 días, iniciándose el 17 de Diciembre de 1983 y concluyendo el 20 de Abril de 1984.

Para la elaboración del presente trabajo se utilizaron 12 ejemplares machos caprinos en desarrollo de la raza Nubia, con un peso promedio aproximado de 19 kg y una edad promedio aproximada de 9 meses.

### Materiales y manejo de los animales

Los 12 ejemplares fueron sometidos a un período de adaptación de aproximadamente 40 días. Estuvieron alojados en jaulas individuales que tenían unas dimensiones de 1.50 m de largo por 0.60 m de ancho y 1.0 m de alto, las cuales constan además de bebederos y comederos individuales.

Durante el período de adaptación, a estos animales se condujeron a hacerles algunas prácticas de manejo tales como: descorne, despezúne, vacunación, desparasitación, etc.

La alimentación a la que fueron sometidos dichos animales fue: A los testigos (Tratamiento I) se les alimentó con los productos alimenticios que estuvieron disponibles durante la realización del experimento, tomándose como base para la alimentación de estos, la utilización de concentrado comercial con aproximadamente 14% de proteína como mínimo. En este trabajo en particular, los primeros 40 días los animales testigo fueron alimentados con una ración que contenía concentrado comercial y mazorca molida, y durante el resto del trabajo proporcionándoles únicamente concentrado comercial.

Los animales del tratamiento II, fueron alimentados con una ración que contenía 40% de bagazo de caña de azúcar estando formada dicha ración de la siguiente manera: 40% de bagazo de caña, 45% de concentrado comercial y 15% de zacate estrella africana más 1.6 kg de urea por cada 100 kg de alimento.

A los animales del tratamiento III, se les proporcionó una ración que contenía 40% de bagazo de caña de azúcar tratada a presión y temperatura\* (el bagazo de caña fue sometido a una temperatura de 180°C, y a una presión de 4 kg/cm<sup>2</sup> por espacio de 1.5 hr), esta ración está formada de la siguiente manera: 40% de bagazo de caña tratada, 45% de concentrado comercial y 15% de zacate estrella africana, más 1.6 kg de urea por cada 100 kg de alimento.

La cantidad de alimento que le fue proporcionada diariamente a cada animal fue de 1.2 kg, satisfaciendo así los requerimientos nutricionales diarios, esta cantidad de alimento se dividió en tres partes para suministrar alimento a lo largo del día. La provisión de agua siempre fue constante, tratando de que fuera lo más limpia posible.

---

\* El bagazo fue tratado en la Planta Procesadora de Hueso, ubicada en la Carretera Monterrey-Monclova, km 5.

La toma de datos consistió en pesar los animales a intervalos de 14 días durante los últimos 85 días del trabajo; dichas pesadas se realizaron inmovilizando al animal y metiéndolo en una jaula de malla previamente pesada y colocándola sobre una báscula de 250 kg de capacidad, obteniéndose así el peso del animal por diferencia entre el peso total menos el peso de la jaula.

El método que se utilizó para balancear la ración fue el método "Simplex" y se balanceó tomando en cuenta los requerimientos de la NRC (National Research Council), teniendo fijo el porcentaje de bagazo de caña de azúcar.

Las variables a medir en este experimento fueron: incrementos de peso y como covariable, el peso de los animales al subir a jaulas.

El método estadístico usado fue el de bloques completamente al azar con una covariable (peso de los animales al subir a las jaulas) con tres tratamientos y cuatro bloques, siendo cada animal una unidad experimental. La prueba de comparación de medias fue por el método de "Duncan".

El modelo estadístico que se utilizó fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + b_1(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, 4, \\ j = 1, 2, 3, \end{array}$$

donde:

$Y_{ij}$  = aumento de peso

$\mu$  = el efecto de la media

$B_i$  = el efecto del  $i$ -ésimo bloque

$T_j$  = el efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

$b_1(X_{ij} - \bar{X}_{..})$  = el efecto de la covarianza

$E_{ij}$  = el error del  $j$ -ésimo tratamiento dentro del  $i$ -ésimo bloque.

TABLA VIII. Análisis bromatológico de los productos utilizados en la formulación de las raciones.

	BAGAZO DE CAÑA	BAGAZO DE CAÑA TRATADO	CONCENTRADO COMERCIAL	FORRAJE
EM	1771 k.cal.	1771 k.cal.	2891 k. cal.	2170 k.cal.
Humedad	10.93%	8.73 %	14.62 %	39.3 %
Cenizas	4.53%	2.66 %	6.46 %	8.2 %
Calcio	0.449%	0.251%	1.15 %	.40%
Fósforo	-----	-----	----	.11%
Nitrógeno	0.59%	0.0 92 %	2.38 %	-----
Proteína total	3.77%	0.56 %	17.72 %	4.85%
Grasa	0.29%	0.63 %	1.88 %	1.5 %
Fibra cruda	41.63%	44.25 %	10.70 %	36.1 %
Materia seca	89.07%	91.27 %	85.38 %	60.7 %
ELN	49.78%	51.90 %	63.24 %	49.7 %

Fuente: Laboratorio de Bromatología, Facultad de Agronomía, U.A.N.L.

## RESULTADOS

En la Tabla IX, se muestran los incrementos de peso que fueron reportando los animales durante el tiempo que duró el presente trabajo. Como se puede observar, entre la cuarta y sexta pesada, los animales presentan pocos incrementos y en la mayoría de los casos, disminución de éste. Se piensa que estas variaciones pueden haber sido debidas a que en este período se tuvo una semana en la cual, los animales fueron alimentados con avena verde y probablemente el cambio en la dieta provocó estas variaciones.

Los cálculos estadísticos realizados con el diseño de bloques completamente al azar, corregido por covarianza de peso inicial, nos dieron como resultados que hubo un efecto altamente significativo entre tratamientos en casi todas las pesadas, no hubo efecto significativo de bloque ni de covarianza, como se puede apreciar en la Tabla X.

En la Figura 1, se presentan los resultados de los incrementos de peso promedio para cada tratamiento en cada pesada, comparado con los incrementos de peso normales (100 g/día) que se esperaban tener. Se observa que los tratamientos II y III, obtienen incrementos ligeramente abajo de lo normal en la primera pesada, para después en las pesadas segunda, tercera y cuarta, mantenerse igual que las rectas normales de aumento promedio, para luego bajar en la quinta y sexta pesada, no siendo así para el tratamiento I, que desde el inicio del experimento se mantiene siempre arriba de la recta normal de aumento promedio.

La evaluación económica por análisis incremental, nos muestra que el mejor tratamiento es el testigo ( $T_1$ ), seguido por el tratamiento II (bagazo sin tratar) y por último, el tratamiento III (bagazo tratado) (Tabla XII).

TABLA IX. Incrementos de peso observados durante la realización de este trabajo.

TRATAMIENTO	Entrada a jaula	PESADAS (KG)										BLOQUE
		Inicio Adapt.	Inicio Exp.	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.			
1	17.0	16.0	17.8	21.1	26.0	28.8	32.0	34.2	34.4	3		
	22.0	20.5	21.8	27.9	31.4	34.8	35.0	38.0	37.2	1		
	18.0	16.0	21.8	22.7	26.2	28.6	31.0	32.4	35.2	4		
	21.0	20.5	26.8	28.5	34.0	36.8	40.4	41.5	43.2	2		
2	19.0	19.0	20.2	19.7	23.0	25.0	27.8	26.0	28.2	2		
	21.0	16.0	18.0	18.9	21.6	25.2	25.0	22.8	25.0	4		
	20.0	18.0	18.8	18.5	20.4	23.0	25.0	25.6	25.8	3		
	24.0	22.0	23.8	24.1	27.8	30.7	32.8	31.6	33.0	1		
3	19.0	16.0	18.8	19.1	20.0	22.0	23.0	22.4	21.0	3		
	18.0	15.0	19.8	19.9	23.0	23.2	27.0	27.2	26.8	4		
	18.0	18.0	20.4	19.9	22.5	24.4	28.4	26.4	26.8	2		
	24.0	21.0	21.2	20.9	24.2	26.0	26.0	28.0	27.6	1		

TABLA X. Análisis de covarianza de los incrementos de peso reportados en los tres tratamientos para cada pesada.

F. de V.	1a. Pesada		2a. Pesada		3a. Pesada		4a. Pesada		5a. Pesada		6a. Pesada	
	Cuadrado Medio	N.S.										
COV	6.149	N.S.	7.433	N.S.	11.869	N.S.	58.430	N.S.	16.252	N.S.	5.805	N.S.
BLOQUE	3.702	N.S.	7.542	N.S.	6.692	N.S.	155.599	N.S.	13.326	N.S.	13.942	N.S.
TRATAMIENTO	35.454	*	61.804	**	81.531	**	132.605	N.S.	167.647	N.S.	159.346	**
ERROR	3.086		3.938		3.072		249.873		10.885		7.709	
C. V.	8.069		7.934		6.403		47.01		11.026		9.148	
$\bar{X}$	21.77		25.01		27.37		33.62		29.92		30.35	

N.S. Efecto no significativo ( $P < .01$ )

\*\* Efecto altamente significativo ( $P < .01$ )

\* Efecto significativo ( $P < .01$ )

TABLA XI. Medias ajustadas por covarianza para los tres tratamientos en cada una de las pesadas. Comparación de medias por el método de Duncan.

TRATAMIENTO	Media	Media	Media	Media	Media	Media
	1a. Pesada	2a. Pesada	3a. Pesada	4a. Pesada	5a. Pesada	6a. Pesada
1	25.46	29.85	32.81 a	35.85	37.93	37.89 a
2	19.67	22.50	25.09 b	38.20	25.46	27.38 b
3	20.18	22.68	24.22	26.81	26.37	25.77
$\bar{X}$	21.77	25.01	27.37	33.62	29.92	30.35

TRAT.

1 37.93 a  
 3 26.37 b  
 2 25.46

TABLA XII. Evaluación económica por análisis incremental para cada tratamiento.

TRAT.	PESO (KG) INICIAL $\bar{X}$	PESO (KG) FINAL $\bar{X}$	INCREMENTO $\bar{X}$ (KG)	ALIMENTO CONSUMIDO $\bar{X}$ (KG)	PRECIO POR KG DE ALIM.	COSTO ALIM.	COSTO KG DE AUMENTO
1	22.05	37.5	15.45	99.24	\$24.	\$2381.76	\$154.15
2	20.20	28.	7.8	97.	\$13.67	\$1325.99	\$169.94
3	20.05	25.55	5.5	100.47	\$14.48	\$1454.80	\$264.50

En la prueba de aceptación realizada en la última semana del experimento, se obtuvieron los porcentajes de rechazo de alimento que se muestran en la Tabla XIII.

TABLA XIII. Prueba de aceptación.

TRATAMIENTO	NO. DE ANIMALES	% DE ALIMENTO RECHAZADO
1	1	0.0
1	2	0.0
1	3	10.93
1	4	0.0
2	5	1.16
2	6	7.16
2	7	4.33
2	8	7.08
3	9	3.71
3	10	2.67
3	11	0.0
3	12	0.0

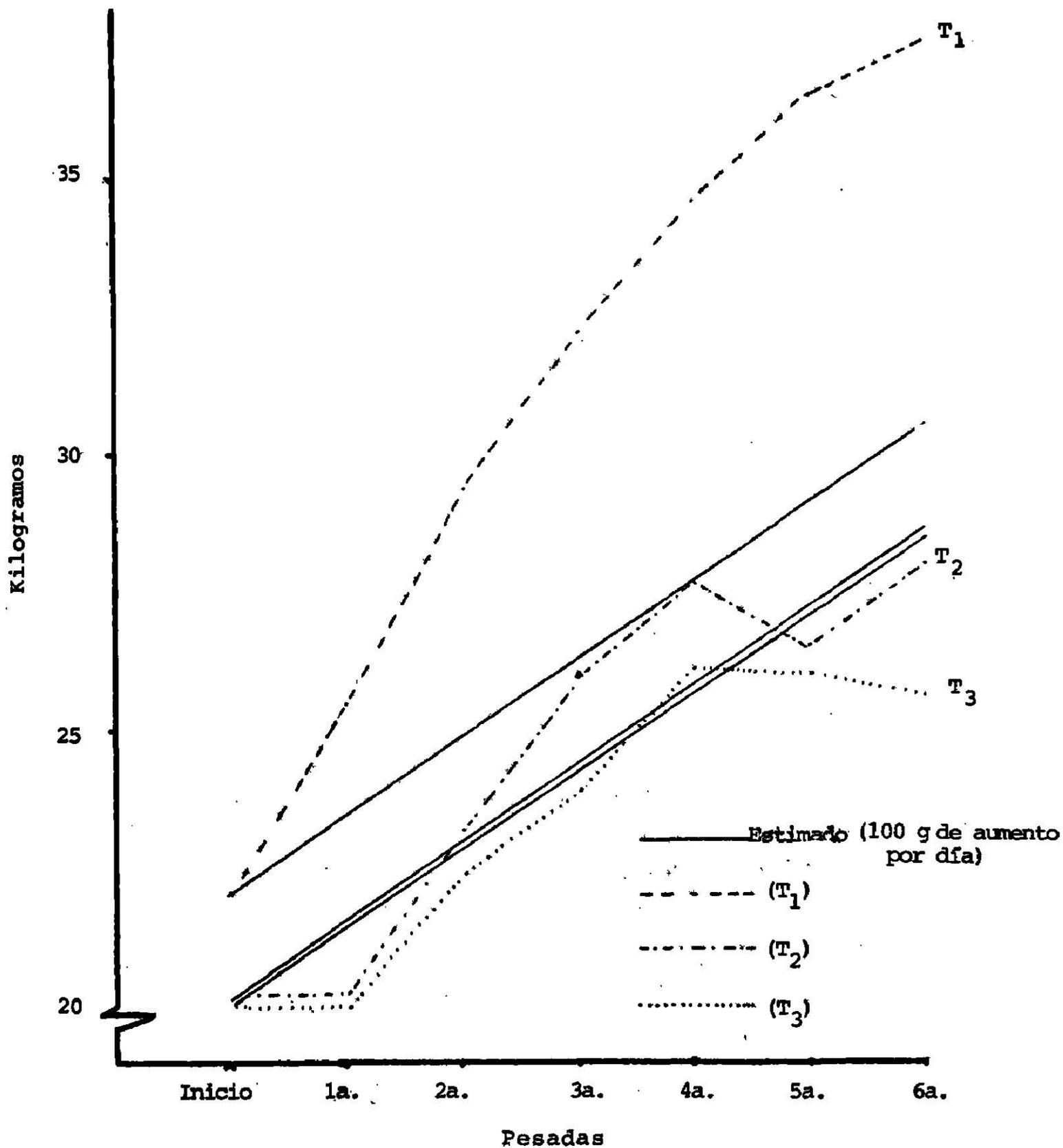


FIGURA 1. Incremento de peso promedio para cada tratamiento comparado con los incrementos de peso normales que se esperarían obtener.

## DISCUSION

Los resultados de la prueba de dos raciones para ganado caprino en desarrollo que incluyeron bagazo de caña tratado y sin tratar, se vieron afectados por las siguientes condiciones: bajas temperaturas (bajo cero) en los meses de diciembre y enero, las cuales afectaron las vías respiratorias de los animales experimentales, problema que se solucionó con aplicaciones de expectorantes y antibióticos. En la semana comprendida del 28 de marzo al 2 de abril de 1984, problemas fuera de control impidieron el suministro de las raciones en estudio, por lo que se administró una ración estandar para los tres tratamientos que consistió en avena verde.

El tratamiento testigo (I), recibió una ración alimenticia que se pretendió apegar a los estandares de alimentación del ganado en el Centro de Fomento Caprino "San José", ó sea avena, maíz y zacate, estandarizando luego la ración a concentrado y mazorca molida durante la primera parte del experimento, para después, durante la segunda parte proporcionar sólo concentrado comercial.

Las raciones de este experimento estuvieron balanceadas según los requerimientos establecidos por la NRC (National Research Council, 1981) para ganado caprino en desarrollo; sin embargo, sus aumentos estuvieron muy por debajo, esto se debió probablemente a que las altas temperaturas a que fue sometido el tratamiento III, afectaron el nivel de nitrógeno de la ración.

Martin et al. (1974) aplicó 4.2 y 5.3 kg/cm<sup>2</sup> durante 15 y 30 minutos al bagazo de caña y obtuvo la mayor digestibilidad con el tratamiento de 5.3 kg/cm<sup>2</sup> por espacio de 30 minutos, y supone que el efecto de la presión aplicada fue solo de tipo físico, favoreciendo el ataque de los microorganismos. En este trabajo, se aplicó 4 kg/cm<sup>2</sup> por 1.5 hr y 180°C, pero esto ocasionó una degradación de nutrientes al bagazo.

Wong et al. (1973, citado por Preston, 1975) indica que el bagazo de caña tratado ( $10.54 \text{ kg/cm}^2$  a  $180^\circ\text{C}$  por 1.5 hr) suplementado con urea y una pequeña cantidad de miel, es capaz de soportar los requerimientos de ganado en cuando a mantenimiento y preñez, pero no respecto a crecimiento y leche. En este trabajo los animales del tratamiento III (bagazo tratado) crecieron, pero a un bajo nivel.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos de la prueba de presión y temperatura al bagazo de caña de azúcar en raciones para machos caprinos en desarrollo, se puede concluir lo siguiente:

El bagazo de caña fue aceptado por los animales, no observándose trastornos digestivos ni problemas de palatabilidad.

1. El análisis estadístico utilizado, mostró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos probados.
2. Los tratamientos II y III, tuvieron incrementos de peso por arriba de los incrementos normales esperados, pero sólo hasta la primera mitad del experimento, tomando en cuenta la Figura No. 1.
3. La evaluación económica por análisis incremental, mostró que el mejor tratamiento, es el tratamiento I (testigo) seguido por el tratamiento II (con bagazo de caña sin tratar), y por último, el tratamiento III (con bagazo de caña tratado).
4. El tratamiento aplicado al bagazo de caña ( $4 \text{ kg/cm}^2$  y  $180^\circ\text{C}$ ) repercutió en una pérdida de nutrientes de éste, lo cual puede observarse, ya que manteniendo el porcentaje (40%) de bagazo de caña en los tratamientos II y III, el tratamiento II (bagazo tratado) obtuvo menores aumentos de peso, pero siendo estadísticamente no significativo.

Se recomienda seguir realizando trabajos similares, para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Disminuir el tiempo de tratamiento y aumentar la presión, tratando con esto de hacer más digestible la fibra y evitar también pérdidas de nutrientes.
2. Probar otros porcentajes de bagazo de caña en las raciones.

3. Seguir realizando estudios en forma extensiva del presente trabajo.
4. Hacer estudios con este subproducto probándolo tanto en hembras como en machos en los diferentes estadios de su vida productiva.

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro de Fomento Caprino "San José" de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en la carretera 85 México-Laredo, libramiento Noreste km 17, municipio de Villa de García, N.L., teniendo una duración de cuatro meses.

Los objetivos de este trabajo fueron los de probar la aceptación y eficiencia alimenticia del bagazo de caña de azúcar sin tratar y tratada bajo presión y temperatura en dos diferentes raciones; así mismo, la de obtener una ración más productiva.

Se utilizaron 12 animales en desarrollo, siendo todos machos de la raza Nubia.

El trabajo consistió en alojar en jaulas individuales a los 12 animales y proporcionarles una dieta en la cual, el tratamiento II contenía 40% de bagazo de caña de azúcar, y el tratamiento III contenía 40% de bagazo de caña de azúcar tratado, además el tratamiento testigo (I). Se realizaron pesadas a los animales cada 14 días durante los últimos 85 días del trabajo.

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar y una covariable con tres tratamientos y cuatro repeticiones y una prueba de Duncan para la comparación de medias.

Las variables a medir fueron; el incremento de peso y el peso de los animales al subir a las jaulas (covariables).

Los animales fueron bloqueados según el peso al inicio de la adaptación. Hubo un efecto altamente significativo entre tratamientos en casi todas las pesadas, siendo el tratamiento testigo (I) el mejor en cuanto a aumentos de peso, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos II y III.

Se observó que los tratamientos II y III no rindieron los aumentos de peso previstos probablemente debido a que los altos contenidos de fibra retardan la tasa de paso del alimento y disminuyen el consumo.

El tratamiento II, fue 43% más económico que el tratamiento I, el tratamiento III, fue 30.6% más económico que el tratamiento I; sin embargo, sus aumentos de peso estuvieron muy por debajo de las recomendaciones del NRC, para animales en desarrollo, esto se debió probablemente a que las altas temperaturas afectaron el nivel de nitrógeno de la ración.

Se recomienda realizar más estudios sobre este sub-producto, así como hacer más pruebas de este tipo, tanto para machos como para hembras en los diferentes estadios de su vida productiva, tratando que dichas pruebas se lleven a cabo en forma extensiva.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, D., Craig and A.T. Ralston. 1973. Chemical treatment of rye grass straw: In vitro dry matter digestibility and compositional changes J. Anim. Sci. 37:148.
- Barhate, D.M., A.P. Deshmukh and I.G. Chavan. 1982. Composition and in vitro dry matter digestibility of alkali and pressure treated sugarcane bagasse. J. Maharashtra Agric. Univ. 7(2):173-175. (Biological Abstracts 76(7):5052).
- Barradas, L.M. 1981. Uso de esquilmos agrícolas, subproductos agroindustriales y forrajes de corte en la alimentación animal. Ganadero 6(3):35-42.
- Berger, L.L., T. Klopfenstein and R. Britton. 1979. Effect of sodium hydroxide on efficiency of rumen digestion. J. Anim. Sci. 49:1317.
- Bermejo, Z.A. 1971. Alimentación del ganado. Ed. Musigraf Arabi. Madrid, España. p. 133.
- Bobadilla, M. y Rowe, J.B. 1979. Punta de plátano y caña de azúcar como alimento para el ganado: Observaciones sobre la tasa de degradación de la fibra y recambio del líquido en el rumen. Producción Animal Tropical. 4:30-35.
- Borgioli, E. 1962. Alimentación del Ganado. Ediciones GEA. Barcelona, España. p. 98.
- Carrión, M.P., N. Izaguirre, A. Velázquez, D. Pulido y H. Berri zvestia. 1978. Utilización del bagazo de caña en la alimentación de bovinos y ovinos, Producción Animal Tropical. 3:276.
- Crampton, E.W. y Harris, L.E. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 17

- De Alba, J. 1974. Alimentación del ganado en América Latina. Ed. Fournier, S.A. México, D.F. p. 57
- Devendra, C. 1978. Goats. In: Animal Husbandry in the Tropics. (3rd. Ed.) Williamson, G. and W.J.A. Payne, Longman, Inc. New York.
- Enciclopedia de Tecnología Química. 1966. Unión Tipográfica. Editorial Hispano-Americana, México. 3:2.
- Ensminger, M.E. 1973. Producción Ovina. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. p. 122
- Fauconnier, R. y Bassereau, D. 1975. La Caña de Azúcar. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España. p. 281.
- Ferreiro, H.M. 1978. El uso del nitrógeno no protéico en dietas basadas en caña de azúcar. Producción Animal Tropical. 3:272.
- Gall., C. y Mena, G.L.A. 1977. Producción Caprina y Ovina. Primera parte-Caprina. ITESM México. pp. 68-71.
- García C., J., Guajardo Q., R. 1976. Proyecto Desarrollo Caprino para la parte norte del estado de Nuevo León. Encuestas realizadas. (sin publicar).
- Garrett, W.N., H.C. Walker Jr., G.O. Kohler, and M.R. Hart. 1979. Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. J. Anim. Sci. 48:92.
- Garrett, W.N., H.C. Walker Jr., G.O. Kohler, M.R. Hart and R. P. Graham. 1981. Steam treatment of crop residues for increased ruminant digestibility. II. Lamb feeding studies J. Anim. Sci. 51(2):409.
- Gihad, E.A., El-Bedaway, T.M., Mehrez, A.Z. 1980. Fiber digestibility by Goats and Sheep. J. Dairy Sci. 63:1701-1703.

- Gihad, E.A. 1976. Intake, Digestibility and Nitrogen Utilization of Tropical Natural Grass by Goats and Sheep. *J. Anim. Sci.* 4(4):879.
- Gihad, E.A. 1976. Value of dried poultry manure and urea as protein supplements for sheep consuming low quality Tropical Hay. *J. Anim. Sci.* 42:706.
- Haenlein, G.F.W. 1980. Mineral nutrition of Goats. *J. Dairy Sci.* 63:1729-1735.
- Han, Youn W., Edwin, A. Catalano and Alex Ciegler. 1983. Chemical and physical properties of sugarcane (Saccharum officinarum) bagasse irradiated with  $\gamma$ -rays. *J. Agri. Food. Chem.* 31(2):34-38 (Biological Abstracts 76(10):7633).
- Harris, B. Jr., H.H. Van Horn, K.E. Manookian, S.P. Marshall, M.J. Taylor and C.J. Wolcox. 1983. Sugarcane silage, sodium hydroxide and steam pressure treated sugarcane bagasse, corn silage, cotton seed hulls, sodium bicarbonate and *Arpegillus oryzae* production complete rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 66(7):1474-1485.
- Huston, J.E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of Goat. *J. Dairy Sci.* 61:988-991.
- Jared, A.H. and E. Donefer. 1970. Alkali-treated straw rations for fattening lambs. *J. Anim. Sci.* 31:245.
- Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.* 46:841.
- Klopfenstein, T.J., and W. Woods. 1970. Sodium and potassium hydroxide treatment of wheat straw and corn cobs. *J. Anim. Sci.* 31:246.
- Koeslag, Johan H., Fernan Castellanos E., S.R. Kirchner Salinas, A. Orozco Luna, A. Alanis Marmolejo. 1982. Cabras. Ed. Trillas. México. pp. 43-56.

- Lindahl, L.I. 1974. Nutrición y alimentación de cabras. Vol. 3 D.C. Church. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp. 430-433.
- Leng, R.A. y Preston, T.R. 1976. Caña de azúcar para la producción bovina: Limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la inversión. Producción Animal Tropical. 1:1
- Mackenzie, D. 1970. Goat husbandry. Ed. Faber and Faber L.T.D. London. pp. 146, 163.
- Martin, P.C., A. Cabello y A. Elias. 1976. Utilización de sub-productos fibrosos de la caña de azúcar para los rumiantes. 2. Efecto de la combinación NaOH-presión sobre la digestibilidad y la composición química del bagazo y bagacillo. Rev. Cubana de Ciencias Agrícolas. 10:21.
- Martin, P.C., T.C. Cribreiro, A. Cabello y A. Elias. 1974. Efecto del hidróxido de sodio y la presión sobre la digestibilidad de la materia seca del bagazo y bagacillo de caña. Rev. Cubana de Ciencias Agrícolas. 8:23, 29.
- Meade, G.P. 1967. Manual de azúcar de caña. Montaner y Simon, S.A. Barcelona. p. 77.
- México, 1971. Cabras. Banco Nacional Agropecuario, S.A. pp. 40-49.
- Morand, P.-Fehr. 1981. Nutrition and feeding of Goats: Application to temperate climate conditions. C. Gall. Academic Press. pp. 206, 210 - 213.
- Naidoo, G., C. Delaitre y T.R. Preston. 1977. Efecto de adicionar grano de maíz y harina de pescado a una dieta basada en bagazo de caña cocinada y urea. Producción Animal Tropical. 2:121.
- N.R.C. 1981. Nutrient requirements of domestic animals. No. 15. Nutrient requirements of goats. National Academy Press Washington, D.C. U.S.A. pp. 10, 11.

- Pigden y Bender, F. 1972. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los ruminates. Rev. Mundial Zoot. 4:7-10.
- Preston, T.R. 1975. La caña de azúcar como base para la producción de carne en los trópicos. Apuntes Proyecto Nutricional Ganadero. Comisión Nacional de la Industria Azucarera México, D.F. s.p.
- Preston, T.R. 1977. El valor nutritivo de la caña de azúcar para el rumiante. Prod. Animal Tropical. 2:137.
- Quittet, E. 1978. La Cabra. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. pp. 135, 138, 141-143.
- Rajpoot, R.L., O.P.S. Sangar and S.N. Singh. 1980. Goats: Protein requirements for maintenance. India Int. Goat Sheep. Res. 1(3):182-189. (Biological Abstract. 1982 74(6):3799).
- Rangnekar, D.V., V.C. Badve, S.T. Kharat, B.N., Sobale, and A.L. Joshi. 1982. Effect of high-pressure steam treatment on chemical composition and digestibility in vitro of roughages. Anim. Feed Sci. Technol. 7(1):61-70 (Biological Abstracts 74(2):763).
- Ravelo, G., G. González y D. DeB Hovell. 1978. Efecto sobre el consumo voluntario de la caña de azúcar de colocar este alimento o el afrecho de trigo en el rumen a través de la fístula. Producción Animal Tropical. 3:171.
- Reed, C.A. 1959. Animal domestication in the prehistoric Near-east. Sci. 130:1629-1639.
- Rexen, F. and K. Vestergaard Thomsen. 1976. The effect of digestibility of a new technique for alkali treatment of straw. Anim. Feed Sci. Technol. 1:73-83.

- Rounds, Whitney and Terry Klopfenstein. 1974. Chemical for treating crop residues. J. Anim. Sci. 39:251.
- Saxena, S.K., S.W. Otterby, J.O. Donker and A.L. Good. 1971. Effects of feeding alkali treated oat straw supplemented with soybean meal of nonprotein nitrogen on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. J. Anim. Sci. 33:485.
- Schmidt, G.H. y Van Vleck, L.D. 1976. Bases científicas de la producción lechera. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 422
- Sengar, O.P.S. 1980. Indian Research on protein and energy requirements of goats. J. Dairy Sci. 63:1655-1667.
- Stone, J., E.S. Homan Jr., H.F. Morris Jr., and J.B. Frye Jr. 1965. Journal of Animal Sci. 24:910.
- Stone, E.J., J.F. Messier Jr., J.C. Glenn and A.H. Keller. 1966. Digestibility of chemically treated bagasse and rice straw J. Anim. Sci. 25:915.
- Todorov, N.A. 1975. Recent developments in animal nutrition research in Eastern Europe. J. Anim, Sci. 40:1284.
- Torres, R., M. Hernández y T.R. Preston. 1982. Notas sobre el procesamiento del bagazo de caña de azúcar con alcali. Producción Animal Tropical. 7:151.
- Valez, R.E. y Leng., R.A. 1976. Digestión in vivo de la fibra de la caña de azúcar. Producción Animal Tropical. 1:52.
- Waller, J.C. 1976. Evaluation of sodium, calcium and ammonium hydroxides for treating crop residues. M.S. Thesis, Univ. of Nebraska.
- Waller, J.C. and Terry Klopfenstein. 1975. Hydroxides for treating crop residues. J. Anim. Sci. 41:424.

- Waiss, A.C. Jr., J. Guggolz, G.O. Kohler, H.C. Walker Jr., and W.N., Garrett. 1972. Improving the digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. J. Anim. Sci. 35:109.
- Woodman, H.E. and R.E. Evans. 1947. The nutritive value of fooder cellulose from wheat straw. I. Its digestibility and feeding value when fed to ruminants and pigs. J. Agr. Sci. 37:202.

