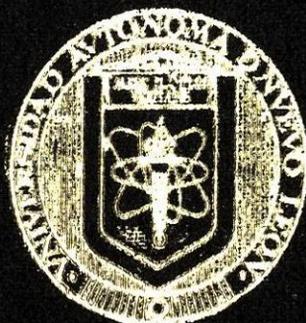


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO EN LA DIGESTION DE BORREGOS CONSUMIENDO
RACIONES CONTENIENDO RASTROJO DE MAIZ TRATADO
CON CENIZAS DE MADERA"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

FELIPE CRUZ CRUZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989.

T

SF3

.5

.M6

C7

c.1



1080061670

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO EN LA DIGESTION DE BORREGOS CONSUMIENDO
RACIONES CONTENIENDO RASTROJO DE MAIZ TRATADO
CON CENIZAS DE MADERA"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

FELIPE CRUZ CRUZ

MARIN, N. L.

MAYO DE 1989.

09768 U

T
SF375
.5
MG
C7

040.635
FA5
1989
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO EN LA DIGESTION DE BORREGOS CONSUMIENDO
RACIONES CONTENIENDO RASTROJO DE MAIZ TRATADO
CON CENIZAS DE MADERA".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

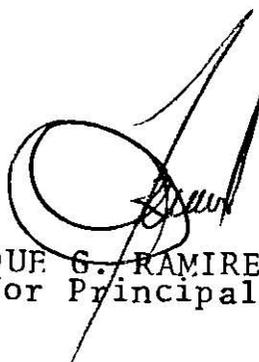
P R E S E N T A

FELIPE CRUZ CRUZ

"EFECTO EN LA DIGESTION DE BORREGOS CONSUMIENDO RACIONES
CONTENIENDO PASTROJO DE MAIZ TRATADO CON CENIZAS DE MADERA".

Tesis que presenta FELIPE CRUZ CRUZ, como requisito par--
cial para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA.

Revisada por:



Ph.D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO
Aseor Principal

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SR. ROMAN CRUZ GONZALEZ

SRA. FELIPA CRUZ DE CRUZ

Con mucho amor, cariño y respeto
por su incansable sacrificio,
apoyo y perseverancia en darme
una carrera profesional.

A MIS HERMANOS :

TERESA

RITA

TOMAS

BENJAMIN

ANTELMO

A TODOS MIS FAMILIARES .

A MIS COMPANEROS (AS) Y AMIGOS:

Pedro, Antonio, Koike, Neftali, Triny,
Lupe, Raúl, Dora, Maribel, Juanita,
Héctor, Nicolás y Rolando.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento:

Al Ph.D. Roque G. Ramírez Lozano, por su valioso asesoramiento y acertada conducción en el desarrollo de este trabajo.

Al M.C. Felipe de J. Cárdenas G., por sus sugerencias y colaboración para el presente trabajo.

A la Q.B.P. Luz María Murillo Vargas, por su ayuda brindada en el presente trabajo.

Al Ing. José Francisco Uresti, por su colaboración para el presente trabajo.

A la Biol. Juanita Aranda, por su valiosa ayuda para la elaboración de este trabajo.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
-Posibilidad del Uso de Esquilmos Agrícolas y Subpro ductos Agro/Industriales en la Alimentación Animal.	3
-Factores que Limitan la Utilización de los Esquil- mos Agrícolas en la Alimentación Animal.....	4
-Composición de los Forrajes Toscos en Relación a su Digestibilidad.....	4
-Factores Físicos que Afectan la Digestibilidad de - los Esquilmos Agrícolas.....	5
-Alternativas para Aumentar el Aprovechamiento de -- los Esquilmos Agrícolas.....	6
A) Tratamientos Físicos.....	6
B) Tratamientos Químicos.....	8
C) Tratamiento Biológico.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	14
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
RESUMEN.....	31
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

INDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.	
1	Composición mineral (ppm) de las cenizas de madera y del agua, utilizados para el tratamiento de rastrojo de maíz.....	17
2	Raciones utilizadas en el experimento para medir la digestibilidad en borregos confinados en jaulas metabólicas.....	22
3	Análisis químico y contenido mineral del rastrojo de maíz humedecido con soluciones alcalinas de cenizas de madera.....	23
4	Análisis químico y contenido mineral (ppm) de la ración de rastrojo de maíz tratado en soluciones alcalinas de cenizas de madera.....	24
5	Peso promedio inicial y consumo de alimento de los borregos consumiendo raciones conteniendo rastrojo de maíz tratado y sin tratar con solución alcalina de cenizas de madera.....	29
6	Medias de las digestibilidades (%) de los borregos consumiendo raciones con rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas de cenizas de madera.....	30

INTRODUCCION

En México, el alto incremento en los costos de alimentos concentrados ha hecho que éstos sean poco usados en la engorda ó ceba de novillos. Por lo anterior, se buscan alternativas para la utilización de otros tipos de alimentos a base de residuos de cosecha, subproductos de destilerías, y otros que deriven de las explotaciones avícolas, que generalmente sean de menor precio y en lo posible de mayor calidad, en cuanto a nutrientes. Enormes cantidades de cereales son producidas anualmente, en aquellas áreas de producción de granos en todo el mundo, considerando estas áreas, es de suponer las cantidades inmensas de las diferentes pajas que se producen en estas siembras.

Particularmente para México, Hernández (1982), encuentra estimaciones de producción alrededor de 138 millones de toneladas, para los períodos de [1968-1980], y de los cuales el 80% corresponden al rastrojo de maíz.

Uno de los problemas principales que se presentan con los residuos de cosecha, como el rastrojo de maíz, es el bajo contenido de proteína cruda, energía digestible y su alta lignificación. Debido a que recibe un manejo inadecuado después de la cosecha, en donde se mantienen muchas veces en pié el rastrojo de maíz y ésto hace que los factores climáticos afecten al rastrojo, secándolo más rápido y contribuyendo así a una más rápida lignificación. Esto quizás no fuera tan grave, si al momento de la cosecha se procediera inmediatamente a empa-

car y/o ensilar, contribuyendo así a tener el forraje un poco menos lignificado y con mejor valor nutritivo para los animales.

Debido a ésto, se ha estado tratando de encontrar técnicas ó formas que hagan elevar la calidad de estos subproductos, y paralelo a ésto, disminuir los costos que derivan de la producción de éstos mismos.

Una de las prácticas a seguir para mejorar la digestibilidad, consiste en tratar el rastrojo de maíz con soluciones alcalinas (sales de: K, Na, Mg, P y Ca) obtenidas de cenizas de madera, y utilizar el rastrojo como la fuente principal de forraje en dietas para rumiantes.

El presente trabajo fué planeado con el objetivo de comparar los parámetros de digestibilidad en borregos consumiendo raciones, conteniendo rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas de cenizas de madera.

REVISION DE LITERATURA

Posibilidad del Uso de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Agro/Industriales en la Alimentación Animal

Uno de los grandes problemas a los que tiene que enfrentarse la ganadería del país, es la tremenda escasez de alimento. Que se presenta sobretodo en los meses de sequía, donde la producción de forraje y alimentos concentrados decrecen alarmantemente, volviendo prohibitiva la explotación animal desde el punto de vista económica (Rojas, 1981).

Según García (1981), la producción de esquilmos agrícolas, subproductos agro/industriales y desechos orgánicos en México alcanza la cifra de 93 millones de toneladas anuales, lo que representa un 20% de las necesidades de forraje en nuestro país. Por lo tanto, debemos considerar esta alternativa para hacer una substitución parcial de la alimentación, además de crear con ello una reducción en el costo de producción. Comúnmente, la mayor parte de los esquilmos agrícolas y subproductos agro/industriales, son desperdiciados ó mal utilizados.

Algunos de los esquilmos agrícolas, subproductos agro/industriales y desechos, que pueden encontrarse en México en cantidades considerables, para ser usados en la alimentación animal son los siguientes:

- 1.- Esquilmos agrícolas: rastrojo de maíz, paja de sorgo, de frijol, de trigo, de cebada, de algodón, de soya, de olote, de arroz, de avena y otros.

- 2.- Desechos Orgánicos: gallinaza, cebaza, bovinaza, etc.
- 3.- Subproductos Agro/Industriales: bagazo de caña, melaza, -- cascarilla y salvado de trigo, harina de pescado y sangre, etc.

Factores que Limitan la Utilización de los Esquilmos Agrícolas en la Alimentación Animal

Los factores involucrados en el bajo valor nutritivo, como producto de la digestibilidad de los esquilmos agrícolas -- son los siguientes:

- 1.- La alta lignificación que hace que disminuya la digestibilidad de los carbohidratos estructurales.
- 2.- La baja digestibilidad del material ingerido, y con su alta resistencia mecánica, hace que aumente el volumen del rumen, y lo que hace que se reduzca drásticamente el consumo voluntario.
- 3.- La fermentación ruminal de materiales altamente lignificados, produce una elevada proporción de ácido acético, el cual es utilizado con una baja eficiencia para los procesos productivos (Stuart, 1977).

Composición de los Forrajes Toscos en Relación a su Digestibilidad

Van Soest (1967), realizó una serie de investigaciones -- que demuestran la importancia de los componentes de la pared celular sobre el aprovechamiento de los forrajes. Dentro de --

la pared celular, se encuentra la lignocelulosa, complejo de lignina, celulosa y hemicelulosa, asociadas física y/o químicamente (Pigden y Heaney, 1969). La celulosa y hemicelulosa tienen mayor valor nutricional, ya que en el transcurso de la fermentación ruminal, producen ácidos grasos volátiles, proteína microbiana y lípidos, que pueden ser utilizados por el animal-huésped (Van Soest, 1968), mientras que la lignina es completamente inaprovechable.

Van Soest (1969), señaló que el valor nutritivo depende parcialmente de la disponibilidad de los nutrientes presentes en las plantas, para los animales y esto, a su vez, está controlado por la composición química. Los principales factores que limitan la utilización de la celulosa y hemicelulosa, son el contenido de lignina y de sílice, y la cantidad total de pared celular. Otros factores que pueden afectar en situaciones especiales, serán el contenido de taninos de sustancias estrogénicas de cutina, etc. (Ranjhan, 1978).

Factores Físicos que Afectan la Digestibilidad de los Esquilmos Agrícolas

Entre los factores físicos más importantes que menciona Stone et al. (1969), son el tamaño de la partícula, la capacidad de hinchamiento y la porosidad de la pared celular.

El tamaño de la partícula es importante, debido a que aumenta la superficie de contacto y así es más fácilmente degradado por la flora microbiana. El grado de hinchamiento es con

siderado por Stone et al. (1969), como el factor más importante, ya que aumenta el tamaño de los diferentes poros, lo cual es indispensable para que la molécula de celulosa penetre al substrato.

El concepto de porosidad de la pared celular, de acuerdo a Stone et al. (1969), es importante debido a que la digestibilidad está determinada por el grado de porosidad. Se menciona que no existe digestibilidad cuando la pared celular cuenta con poros medianos.

Alternativas para Aumentar el Aprovechamiento de los Esquilmos Agrícolas

Tratamientos Físicos.

El tratamiento físico también llamado mecánico de los esquilmos agrícolas, ha sido motivo de intensa investigación en los últimos años. Entre los tratamientos físicos más usados, se encuentran el picado, molido, peletizado ó comprimido, cocción, etc.

1.- Picado. La razón de picar el rastrojo es, a veces, la mala calidad de éste, ya que si no se pica, el ganado come únicamente las hojas, rechazando los tallos.

Según Morrison (1969), la utilidad de cortar ó triturar los alimentos, depende de las características de cada alimento en particular y de la clase de animales a quien se vaya a suministrar.

García (1981), señala que las pajas enteras sin procesar,

representan el 80% de pérdidas y el picado de estos materiales permite que se aproveche en un 100% por los animales.

2.- Molido. Pigden y Bender (1972), determinan que uno de los principales tratamientos que elevan el valor nutritivo de los forrajes toscos es el molido, en donde éste aumento se debe a que se reduce el tiempo y energía necesario para -- que las partículas pasen por el rumen. Aumenta la super--ficie de contacto y con ello aumenta el índice de fermenta--ción en el rumen, al facilitar el ataque microbiano y au--menta la capacidad efectiva del animal. Aunque la molidad del forraje reduce el tiempo de permanencia del alimento - en el rumen, disminuyendo un tanto la digestibilidad, ésta pérdida se compensa con creces al aumentar la ingestión de energía digestible. Owen (1978), indica que el consumo vo--luntario del forraje molido aumenta hasta en un 30%.

Morrison (1969), justifica que el molido de los forrajes--toscos sirve para que los animales coman las partes más bastas y leñosas de los rastrojos ó henos, que de otro modo se despre--ciarían, además que el molido de los materiales toscos se hace exclusivamente para facilitar su mezclado, con los ingredien--tes y producir dietas completas.

3.- Peletizados o comprimidos. Para realizar el peletizado de los forrajes toscos, es necesario molerlos ó picarlos en - tamaños que oscilan de 4.7 a 19.05 mm. Y ésto además, va--ha estar en función del uso que se desea dar al forraje, - el peletizado del forraje facilita además el consumo, su -

manejo y almacenamiento (Church, 1974).

- 4.- Cocción ó cocido. Hace años se pensaba que era conveniente cocer los alimentos, y que ésto aumentaba notablemente su valor nutritivo. Sin embargo, Morrison (1969), en un experimento llevado a cabo en Ohio, el heno de alfalfa y rastrojo de maíz cocidos a vapor y dado al ganado vacuno de engorda, redujeron el aumento de peso y aminoraron los beneficios, aún sin cargar a los gastos el valor de combustible y el trabajo empleado en la cocción.

Tratamientos Químicos.

Los tratamientos químicos, es otra de las alternativas para la utilización de esquilmos agrícolas. Los métodos químicos comúnmente utilizados, son los basados en el uso de soluciones alcalinas, tal como se describe en los métodos Beckman y Torgrmisby (Jackson, 1978).

El método Beckman, consiste en tratar la paja previamente con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 0.5%, utilizándose 10 lts. de solución por cada kilogramo de paja, ésto se deja reposar de 4 a 24 hrs. a temperatura ambiente, para después lavar la paja para eliminar el alcali residual. Después de ésto, la paja ya puede ser consumida por los animales, con un aumento en la digestibilidad de la materia orgánica a más de un 65% (Gutiérrez, 1981).

El modo de acción más aceptado del uso de NaOH, sobre el forraje para aumentar la digestibilidad no es del todo conocida. Tarkow y Feist (1969), proponen que la reacción química -

es una saponificación en los esteres del ácido urónico, asociado con las cadenas de xilán. En consecuencia, las cadenas de xilán y otras substancias poliméricas son rotas. Con esta idea, concuerdan ciertos autores como Klopfenstein(1978), al opinar que el contenido de lignina no se reduce por el tratamiento, sino sucede un rompimiento de los enlaces entre lignina y hemicelulosa ó celulosa. Y de esta manera, los microorganismos del rumen tienen mayor facilidad para fermentar los carbohidratos estructurales (Koers, 1972).

La técnica del tratamiento alcalino de forrajes de mala calidad, han tenido tan buenos resultados que se está extendiendo hacia muchas partes del mundo, comenzando de una manera experimental para después transformarse en una técnica para producción bovina en forma comercial. La mayor proporción de los residuos, es el de maíz, de tal forma que este residuo ha sido el material más indicado para la experimentación con alcalis, en trabajos realizados se ha llegado a la conclusión de que las substancias alcalinas que mejor trabajan, ya sea en forma individual ó combinada, es el NaOH (Hernández, 1982).

En un experimento donde se utilizó una ración compuesta de 70% de paja de trigo y 30% de suplemento, Klopfenstein(1975), encontró ganancias diarias de 36 grs., para corderos alimentados con la ración de paja sin tratar y de 154 grs., cuando se alimentaron con la ración de paja tratada al 4% de NaOH.

En un trabajo realizado en la Universidad del Estado de Ohio, Nolte et al. (1987), llevaron a cabo un estudio que re-

presenta el primer trabajo publicado con el objeto de incrementar la digestibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de trigo, logrando mejorarla ($P < 0.05$) después de humedecerla por 6 hrs. en una solución alcalina de cenizas de madera al 30%.

En otro experimento in vivo (Nolte et al., 1987), utilizaron 9 chivos de dos años de edad castrados; la paja de trigo tratado con un 30% de cenizas, fué comparada con una paja tratada con NaOH al 4% y la paja sin tratamiento, y mezcladas en raciones isoprotéicas e isocalóricas, conteniendo 86% de paja de trigo y un 14% de suplemento. Los resultados obtenidos es que la digestibilidad de la materia seca, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente (56.1%, 57.1% y 52.5%), respectivamente fueron mayores ($P < 0.05$), para la dieta de paja de trigo tratado con cenizas de madera, comparada con la dieta de paja de trigo tratado con NaOH (M.S. 54.4%, NDF 53.4%, ADF 48.7%) y mayor también, que la paja usada como testigo (M.S. 51.2%, NDF 50.3% y ADF 45.7%).

La digestibilidad de la materia orgánica no fué diferente entre las dietas de paja tratada con cenizas y NaOH, pero sí fueron mayores ($P < 0.05$) que la dieta de la paja que usa como testigo.

El volumen de orina expédida fué diferente ($P < 0.05$) entre las 3 dietas (4,893; 7,194 y 2,486 ml./ período, para cenizas, NaOH y testigo respectivamente). Los resultados de estos experimentos demostraron que el tratamiento de la paja de trigo, con cenizas de madera mejoró efectivamente la utilización de

la fibra por los rumiantes.

Otro de los tratamientos químicos, que han dado buenos resultados en el aumento de la digestibilidad de forrajes toscos, es la aplicación de NH_3 al 4%.

En un experimento realizado por Kernan et al. (1977), indica que el tratamiento de la paja de trigo con NH_3 mejora su digestibilidad en un 10% y el equivalente de proteína cruda se incrementa en más de 7%.

Mendez (1982), en un ensayo con paja amoniacada, utilizando 9 vacas Jersey, con un peso promedio de 327 kilos y en sus primeros 90 días de lactancia, formó 3 grupos con 3 vacas cada uno, en donde a cada grupo le asignó un tratamiento compuesto, por los siguientes ingredientes: grano de sorgo, cascarilla de soya, alfalfa, paja tratada al 0%, melaza, minerales. Para el 2º tratamiento fueron los mismos ingredientes, pero la paja -- tratada se proporcionó en 11.4% y para el tercer tratamiento -- fueron los mismos ingredientes y la paja tratada fué proporcionada en 22.8%.

Al cabo de 5 semanas, cada grupo se asignó a un tratamiento diferente y lo mismo se hizo al finalizar un segundo período de 5 semanas, de tal forma que cada grupo estuvo consumiendo en algún momento cada una de las dietas. La duración total del experimento fué de 108 días y se llevaron registros de la producción de leche por vaca y por día, del consumo de alimento por cada grupo y del porcentaje de grasa en la leche producida.

Los resultados del ensayo indicaron que se tuvo un consumo diario de 15 kilos de alimento por animal, y no hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en la producción de leche al día, que fué de 10.8 L/vaca en promedio. De la misma forma, al --- substituir 30 a 60% de alfalfa de la dieta con paja tratada, - se redujo el costo por kilo de alimento en 56 y 74 centavos, - respectivamente. La dieta no afectó el contenido de grasa en la leche, que fué de 4.6% en promedio.

Tratamiento Biológico.

El método biológico involucra el uso de microorganismos - en lugar de productos químicos. El resultado depende de que - el microorganismo utilizado actúe degradando la fracción de - lignina de la fibra y no la celulosa y hemicelulosa, que el ru - miante es capaz de utilizar. Hasta la fecha los organismos -- empleados actúan tanto sobre la lignina, como sobre la frac--- ción celulósica.

Existen algunos microorganismos, en particular los hongos de la pudrición roja, que degradan más lignina, inferior al de la materia original. Baker et al. (1975), han ensayado diver- sas cepas de este tipo de hongos en el serrín, mejoró la diges- tibilidad del serrín in vitro, y el grado de mejora tenía una fuerte correlación con la proporción de lignina eliminada.

De acuerdo a los tratamientos de pajas antes mencionados, se realizó un trabajo de digestibilidad in vitro, en el labora- torio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la Univer- sidad Autónoma de Nuevo León, tratando el rastrojo de maíz con

concentraciones alcalinas preparadas al 0, 20, 30 y 40% de cenizas de rastrojo de maíz y mezquite, obteniendo que la digestibilidad in vitro de la materia seca (%), no fué significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos 30 (53.98) y 40% (54.18) de cenizas, los cuales son mayores ($P < 0.05$) que 0 (45.42) y 20% (45.35) de cenizas, no mostrando diferencia entre ellos ----- ($P > 0.05$).

Los resultados antes mencionados se tomaron como base para la realización del trabajo de digestibilidad in vivo en borregos, alimentándose con raciones conteniendo rastrojo de --- maíz tratado con concentraciones alcalinas de cenizas de madera.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicada en la Carretera Zuazua-Marín Km. 17, en el Municipio de Marín, N.L.-México. La altura sobre el nivel del mar es de 393 m., siendo sus coordenadas geográficas 25°23' de latitud norte y 100°3' - longitud oeste. El clima se clasifica como semiárido (BWwh) - con una temperatura media anual de 21°C y una precipitación -- promedio de 573 mm. Los suelos de esta región son de tipo che rnozen, calcáreos de origen aluvial. La textura va de franco arenoso a franco arcilloso y tiene una estructura granular y - subangular (Salinas, 1981).

Para la realización de este trabajo, se utilizaron 12 bo rregos cruzados de peliwey con ramboillet castrados de 18 me-- ses de edad. Con un peso promedio de 30 kg, además se utiliza ron 12 jaulas metabólicas para ruminantes menores, 50 bolsas de polietileno, 12 recipientes para almacenar muestras fecales y- de alimento, un paquete de etiquetas para identificación, equi po para limpieza y desinfección, un tractor, una picadora, un molino, una estufa, una báscula granataria, una báscula verti- cal con capacidad de 100 kg., una probeta de 1,000 ml., una -- probeta de 500 ml., un refrigerador, reactivos para análisis, - para PC, NDF, ADF, MS, Ca, P, Mg, K y Na, 240 kg de rastrojo - de maíz, cenizas (196 kg), agua potable (1,695 L), una pila de concreto con capacidad de 1,000 L.

El tratamiento del rastrojo de maíz con soluciones preparadas con cenizas de madera, se realizó de la siguiente manera:

Las cenizas fueron colectadas directamente de Restaurantes de la Ciudad de Monterrey, N.L. La concentración mineral (P, Ca, Mg, K y Na) de las cenizas se muestran en la Tabla 1. El procedimiento para obtener la concentración de cada mineral, consistió en poner .5 g de cenizas en un vaso de precipitado y se le agregó unas gotas de agua destilada, 2 ml de HCl concentrado, para terminar la digestión de la materia orgánica y --- diluir los elementos inorgánicos, una vez agregado el HCl se puso a la plancha hasta que se evaporó hasta sequedad y se le agregaron 25 ml de HCl 1N, y se filtró en un filtro Wattman -- #1, recogiendo el filtrado en un matraz volumétrico de 100 ml.

Para determinar Ca, se toman 2 ml del filtrado original y se le agregaron 10 ml de solución lantano 1%, más 13 ml de --- agua destilada, y posteriormente fué computada su absorban- cia en el espectrofotómetro de absorción atómica, con emisión- de flama oxígeno-acetileno.

Para la determinación de Mg, K y Na, se tomó 1 ml del fil- trado original, agregándole 10 ml de lantano más 14 ml de agua destilada, pasándose a computar su absorbancia.

Para la determinación de P, del filtrado original, se to- man 2 ml y se lleva a un matraz volumétrico (matraz de afora- ción de 50 ml). Se le agregaron 10 ml de molibdato de amonio- vanadato de amonio, se agitaron y se llevaron a un volumen a -

50 ml., con agua destilada y se dejó reposar durante 30 minutos y se obtuvo su absorbancia en el fotocolorímetro a una longitud de onda de 400 N.M. (Díaz-Romeau, 1978).

Las cenizas colectadas se cribaron a través de una malla de .5 cm, para retener las partes de carbón y piezas de madera que no se quemaron completamente, las cenizas se caracterizaron por tener un color blanquecino, lo cual indica un buen quemado. El agua que se uso para mezclar las cenizas, fué obtenida del Municipio de Marín, N.L. La concentración de minerales (P, Ca, Mg, K y Na) se determinó siguiendo la metodología que se usó para las cenizas de madera, excepto que la muestra de agua fué determinada directamente siguiendo el mismo procedimiento que cada grupo de minerales, como se realizó para las cenizas. La Tabla 1 muestra también la concentración mineral del agua.

Las raciones usadas en cada tratamiento (Tabla 2) contenían rastrojo de maíz tratado con proporciones variables de una solución alcalina de cenizas de madera. Las proporciones de cenizas que se mezclaron fueron: 10, 20 y 30% con 90, 80 y 70% de agua, respectivamente.

Para la mezcla de raciones y el humedecimiento del rastrojo de maíz se realizó de la siguiente manera:

Tabla 1. Composición mineral (ppm) de las cenizas de madera y del agua, utilizados para el tratamiento del rastrojo de maíz.

Concepto	Minerales				
	P	Ca	K	Na	Mg
Cenizas	485.1	172,641.6	395,641.0	129,831.8	87,575.8
Agua	721.0	1,654.1	7,473.8	1,537.6	1,187.2

Para el tratamiento 10% de cenizas, se utilizaron 603 lts de agua potable de Marín, N.L. que fueron primeramente puestos en la pila de 1,000 lts, y posteriormente una cantidad de 67 kg de cenizas, fueron esparcidas poco a poco, para obtener una buena mezcla, enseguida fueron agitadas manualmente con una pala de madera por un período de aproximadamente 30 minutos para permitir la formación de sales (cloruros), posteriormente se dejaron reposar por un tiempo de 12-18 hrs. Una vez pasado este tiempo, se procedió a humedecer el rastrojo de maíz, para lo cual, se sumergieron 60 kg de rastrojo de maíz en pacas (4), por un período de 6 hrs. (mínimo). Después del humedecimiento, las pacas se sacaron de la pila y se dejaron escurrir por un tiempo de 12 hrs., logrando que la cantidad de agua que se drenó de la paja de rastrojo de maíz se recuperara en la pila, ya que de esta forma fué utilizada la misma agua para humedecer más rastrojo de maíz al por ciento correspondiente. Nolte et al. (1987), probaron que la misma ceniza puede ser empleada con resultados positivos, humedeciendo hasta 10 veces.

Una vez que escurrió todo el líquido (en aproximadamente 10 hrs.), se procedió a secar el rastrojo de maíz a aire libre, una vez seco se procedió a molerlo, pasándolo 2 veces por una criba de 1.5 cms de diámetro, con el objeto de lograr que el rastrojo quedara lo más molido posible para evitar la selectividad. Una vez molido el rastrojo de maíz, fué mezclado con los ingredientes que aparecen en la Tabla 2, para formar las raciones empleadas en el experimento.

La mezcla de agua-cenizas de los tratamientos 20 y 30%, se realizó de la misma manera que para el 10%, solo que para mezclar las cenizas con agua en el 20%, se utilizaron 616 lts. de agua y 154 kgs de cenizas, y para el 30% se utilizaron 462-lts de agua potable y 196 kgs de cenizas.

El rastrojo de maíz utilizado como testigo (0%) solo se molió (no fué humedecido). La composición química del rastrojo de maíz tratado y no tratado con soluciones salinas de cenizas de madera se muestra en la Tabla 3.

La preparación de las raciones se llevó a cabo de la siguiente manera: Se utilizaron 51 kgs de rastrojo de maíz, 0.6 kgs de grano de sorgo, 3.0 kgs de melaza, 0.6 kgs de urea y 4.8 kgs de harina de soya. Estas raciones fueron balanceadas para cubrir los requerimientos nutricionales del borrego de aproximadamente 30 kg de peso con 10.3% de PC y 2.3 Mcal EM/kg BS. Los porcentajes correspondientes se muestran en la Tabla 2, procurando que todas las raciones fueran isoprotéicas e isocalóricas. Para hacer el mezclado de la urea y la melaza se utilizaron 14 lts de agua potable, agregando primero la urea y posteriormente la melaza y mezclando lo mejor posible en el agua, una vez disuelta en el agua se procedió a esparcirla en la paja de rastrojo de maíz. Así como también se agregó la harina de soya y el grano de sorgo molido a la paja de rastrojo de maíz, una vez agregados todos los ingredientes, se guardaron las raciones quedando listas para alimentar los borregos en las jaulas metabólicas. La composición química y mineral de la ración se muestra en la Tabla 4.

Se utilizaron 12 borregos castrados de diferentes razas con un peso promedio de 30 kgs, los cuales fueron aleatorizados (3 por tratamiento) para ser alimentados con las 4 raciones tratamiento. Estos fueron puestos en jaulas metabólicas durante 10 días, período que fué considerado como adaptación a la jaula metabólica y al alimento, el nivel de consumo correspondió al 3% de su peso vivo, pero el alimento se les fué proporcionando en diferentes niveles hasta completar en 4 días la cantidad deseada.

Una vez terminado el período de adaptación, se siguió con el de colección, que duró 7 días en donde se colectaron en forma completa las excreciones fecales (1 vez al día). El peso diario de la excreción fecal fué registrada y se refrigeró el 10% de la muestra diaria a -4°C , que al final se juntó con la de los otros días para agrupar una sola muestra por animal. Al mismo tiempo, se realizaron colecciones de la excreción urinaria, para lo cual se utilizaron recipientes limpios agregándoles unas gotas de touleno y 10 ml de HCl (25%) por cada litro de orina colectada, al igual que las heces de la colección diaria solo se seleccionó un 10%, juntándolo con la de los 7 días y formando una sola alícuota por animal, la cual fué refrigerada a -4°C , posteriormente fué analizada para determinar su contenido de nitrógeno. También se colectaron muestras de alimento diario ofrecido de cada ración para formar una sola muestra de los 7 días. Además, se colectó todo el alimento rechazado diario para determinar si la proteína cruda (AOAC) era considerado como alimento ó como heces fecales.

Una vez descongeladas las heces fecales [durante la noche] fueron secadas en una estufa a 55°C durante 3 días, donde se obtuvo la materia seca parcial. Posteriormente, se molieron en un molino (Wiley) y se almacenaron en recipientes de plástico previamente identificados. Las heces fecales y las muestras de alimentos fueron puestas en una estufa de secado durante 24 hrs a 105°C, con el objeto de determinar su materia seca (MS). La materia orgánica fué determinada incinerando las muestras fecales de alimentos a 600°C (AOAC, 1975). La proteína cruda (PC), fué determinada multiplicando 6.25 por la concentración de N -- que se obtuvo por medio del método Kjeldahl (AOAC, 1975). La fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (NDF) fueron determinados por el procedimiento descrito por Goering y -- Van Soest (1970).

Una vez determinados los porcentajes de los nutrientes en el alimento y en las heces, los primeros fueron restados de los segundos y divididos por los primeros, en donde se obtuvo el -- porcentaje de digestibilidad como el porciento de consumo (Church, 1974).

Los coeficientes de digestibilidad y los consumos de los -- borregos de MS, MO, PC, FDA y FDN, de cada tratamiento, fueron comparados usando un diseño completamente al azar. Las medias de los tratamientos se compararon usando polinomios ortogonales (Steel y Torrie, 1980).

Tabla 2. Raciones utilizadas en el experimento para medir la digestibilidad en borregos confinados en jaulas metabólicas.

Ingredientes	Raciones			
	-----%, tal como ofrecido-----			
	0	10	20	30
Rastrojo de maíz sin tratamiento.	85			
Rastrojo de maíz tratado con 10% de cenizas.		85		
Rastrojo de maíz tratado con 20% de cenizas.			85	
Rastrojo de maíz tratado con 30% de cenizas.				85
Melaza	5	5	5	5
H. Soya (44% PC)	8	8	8	8
Grano Sorgo	1	1	1	1
Urea	1	1	1	1

No se incluyó premezcla alguna de minerales y vitaminas en la ración.

Tabla 3. Análisis químico y contenido mineral del rastrojo de maíz humedecido con soluciones alcalinas de cenizas-de madera

Concepto ^a	Rastrojo de maíz (% de cenizas)			
	0	10	20	30
Materia Orgánica,%	93.6	92.0	92.2	90.7
Cenizas,%	6.4	8.3	7.8	9.3
Proteína Cruda,%	4.0	3.4	3.7	4.0
Fibra Detergente Acido,%	47.9	46.0	45.3	48.6
Fibra Detergente Neutro,%	87.5	86.2	84.5	80.9
Lignina	14.2	10.4	7.2	7.8
Digestibilidad in vitro,%				
M.S.	48.9	46.8	51.0	52.0
M.O.	46.8	50.1	53.0	55.1
Contenido Mineral,ppm.				
Mg	3,061.6	2,552.5	3,122.7	3,954.8
P	522.7	728.8	468.7	396.5
Ca	2,304.3	1,530.3	1,576.0	6,182.2
K	8,512.3	14,661.6	16,270.4	17,419.5
Na	1,250.6	3,530.4	4,768.0	5,613.2

^aBase Seca.

Tabla 4. Análisis químico y contenido mineral (ppm) de la ración de rastrojo de maíz tratado en soluciones alcalinas de cenizas de madera.

Concepto ^a	Raciones (% de cenizas)			
	0	10	20	30
Materia Orgánica,%	93.6	91.8	90.5	88.6
Cenizas,%	6.4	8.2	9.5	11.4
Proteína Cruda,%	10.1	10.0	9.4	11.7
Fibra Detergente Acido,%	46.2	44.0	43.0	42.0
Fibra Detergente Neutro,%	77.1	75.7	76.6	72.5
Lignina,%	4.7	6.5	6.8	6.1
Contenido de Minerales				
Mg	3,434.2	3,210.9	3,409.3	3,877.0
Ca	2,089.6	3,788.7	5,168.7	7,431.9
P	619.7	704.4	571.4	474.4
K	5,779.1	16,755.6	15,588.2	17,243.7
Na	984.1	3,833.6	4,297.3	5,759.2

^aBase Seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 5 muestra los pesos promedio y el consumo de alimento de los borregos, donde no se observaron diferencias ---- ($P > 0.05$) en el consumo de MS, siendo los valores 22.7, 23.4, 22.1 y 23.3 g/kg/día para el rastrojo de maíz tratado con 0, 10, 20 y 30% de solución alcalina de cenizas de madera respectivamente. Sin embargo hay una tendencia a ser mayor para el 20 y 30%.

El consumo de materia orgánica tampoco fué diferente ---- ($P > 0.05$) entre los tratamientos; correspondiendo para el 0, 10, 20 y 30% los valores 21.3, 21.5, 20.0 y 20.7 g/kg/día respectivamente.

El consumo de proteína cruda no fué diferente ($P > 0.05$) entre los tratamientos, resultando mejor el tratamiento al 30% con un consumo de 2.5 g/kg/día, en comparación con 2.3, 2.3 y 2.0 g/kg/día, para los borregos que consumieron rastrojo de maíz tratado con un 0, 10 y 20% de solución alcalina de cenizas de madera respectivamente.

El consumo de fibra detergente ácido no presentó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$) siendo 10.0, 10.3, 9.52 y 9.8 g/kg/día para el 0, 10, 20 y 30% de cenizas respectivamente.

El consumo de fibra detergente ácido no presentó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$), siendo los valores 17.2, 17.1, 16.7 y 16.9 g/kg/día, en 0, 10, 20 y 30% g/kg/día respectivamente. Sin embargo se presenta una tendencia a ser mayor para el 0 y 10%.

Nolte et al. (1987), encontraron que en cabras consumiendo paja de trigo tratada con 4% NaOH y la paja no tratada con solución alcalina de cenizas de madera fué menor el consumo de materia seca, comparada con la paja tratada siendo esta mayor ($P < 0.05$). En cuanto al consumo FDA y FDN, resultó mayor para la paja de trigo no tratada con solución alcalina de cenizas de madera y para la paja tratada con 4% NaOH. Aunque el consumo de MO y PC presentaron la misma tendencia que para la FDA y FDN, estas diferencias no fueron significativas.

La Tabla 6, muestra que la digestibilidad in vivo (%) de la materia seca, tuvo un efecto lineal ($P < 0.01$) conforme se incrementa la cantidad de cenizas aplicadas al rastrojo de maíz. El valor más alto (62.0%) correspondió al 30% y el valor más bajo (56.3%) para el 0%. La digestibilidad in vivo de la materia orgánica no fué influenciada por los tratamientos de cenizas de madera, siendo 58.6, 60.1, 52.0 y 63.8 para el 0, 10, 20 y 30% respectivamente. Sin embargo el mayor valor corresponde al 30%. La digestibilidad in vivo de la proteína cruda presenta un efecto cuadrático ($P < 0.05$), donde los valores más altos (60.7 y 66.2%) corresponden al 0 y 30% respectivamente y el valor más bajo (59.8 y 57.4%) para el 10 y 20% respectivamente. La digestibilidad in vivo de la fibra detergente ácida, no fué influenciada por el tratamiento de cenizas de madera, correspondiendo los valores 61.0, 57.9, 58.8 y 61.3 para el 0, 10, 20 y 30% respectivamente. La digestibilidad in vivo de la fibra detergente neutro presenta un efecto lineal ($P < 0.05$) conforme se incrementa la cantidad de cenizas de made

ra aplicadas al rastrojo de maíz. El valor más alto (68.6%) - correspondió al 20 y 30% y el valor más bajo (60.5%) para el 0%.

Nolte et al. (1987), encontraron que la digestibilidad de los nutrientes de las raciones conteniendo paja de trigo trata da con 30% de cenizas de madera, fueron mayores a los testigos sin tratamiento alguno. Además, fueron iguales a los de la pa ja tratada con 4% NaOH, lo que demuestra la efectividad de las cenizas para mejorar la digestibilidad de la fibra contenida - en los esquilmos agrícolas, cuando son consumidos por los ru- miantes.

Huerta y Ramírez (1989), aplicaron tres tratamientos a la paja de zacate buffel (10% de solución alcalina de cenizas de madera, 4% NH_4 y 4% NaOH), encontrando que en los borregos que consumieron la paja tratada, la digestibilidad de los nutrientes fué similar para los tres tratamientos, en comparación con los borregos que consumieron la paja de zacate buffel no tra tada, siendo las cenizas de menor costo y toxicidad para los - animales.

Garza y Ramírez (1989), encontraron que la paja de sorgo tratado con una solución alcalina de cenizas de madera al 20% - incremento la digestibilidad de la MS, MO, FDA y FDN, en los - borregos que la consumieron, en comparación con la paja de sor go no tratada.

Por otra parte, la digestibilidad in vitro de la materia- seca (DIVMS, %), tuvo un efecto lineal ($P < 0.05$) conforme se in-

crementa la cantidad de cenizas aplicadas al rastrojo de maíz. El valor más alto (58.5%) correspondió al 30% y el valor más bajo (49.8%) para el 0%.

La digestibilidad in vitro de la materia orgánica ----- (DIVMO,%), no fué influenciada por los tratamientos de cenizas de madera, siendo 51.3, 51.4, 54.8 y 60.5%, para el tratamiento del rastrojo de maíz con 0, 10, 20 y 30%, respectivamente. Sin embargo, la digestibilidad in vitro de la materia orgánica tiende a aumentar cuando es tratada al 30% con solución alcalina de cenizas de madera.

Nolte et al. (1987), encontraron que la paja de trigo tratada con una solución alcalina de cenizas de madera al 30%, incrementa la digestibilidad in vitro de la MS y de la MO, en --comparación con la paja de trigo no tratada y siendo similares estos resultados con los de la digestibilidad in vitro de la -paja de trigo tratada con 4% NaOH.

Tabla 5. Peso promedio inicial y consumo de alimento de los bo
rregos consumiendo raciones conteniendo rastrojo de
maíz tratado y sin tratar con solución alcalina de ce
nizas de madera.

Concepto	Tratamiento (SACM,%) ^b				EE ^a
	0	10	20	30	
Peso inicial kg.	29.3	28.4	33.2	31.2	1.2
Consumo, 7-días					
Materia Seca, g/d	664.2	663.8	724.9	726.1	20.4
Materia Seca, g/kg/d	22.7	23.4	22.1	23.3	0.5
Materia Orgánica g/d	621.9	609.4	656.0	644.4	17.7
Materia Orgánica g/kg/d	21.3	21.5	20.0	20.7	0.5
Proteína Cruda g/d	67.0	66.4	68.2	77.7	2.3
Proteína Cruda g/kg/d	2.3	2.3	2.0	2.5	0.1
Fibra Detergente Acido g/d	306.6	292.2	311.7	305.2	8.5
Fibra Detergente Acido g/kg/d	10.3	9.52	9.52	9.8	0.2
Fibra Detergente Neutro g/d	495.4	485.1	555.3	526.8	20.8
Fibra Detergente Neutro g/kg/d	17.2	17.1	16.7	16.9	0.4

^aError Estandar

^bSACM= Solución Alcalina de Cenizas de Madera

Tabla 6. Medias de las digestibilidades (%) de los borregos con sumiendo raciones con rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas de cenizas de madera.

Concepto	Tratamientos (%)				EE ^a	Contrastes ^b
	0	10	20	30		
Digestibilidad in vivo						
Materia Seca	56.3	58.4	60.0	62.0	1.0	L(P<0.01)
Materia Orgánica	58.6	60.1	52.0	63.8	2.6	-----
Proteína Cruda	60.7	59.8	57.4	66.2	1.2	C(P<0.05)
Fibra Detergente Acido	61.0	57.9	58.8	61.3	0.9	-----
Fibra Detergente Neutro	60.5	62.3	68.6	68.6	1.6	L(P<0.05)
Digestibilidad in vitro						
Materia Seca	49.8	50.2	53.1	58.5	1.4	L(P<0.05)
Materia Orgánica	51.3	51.4	54.8	60.5	1.5	-----

EE^a = Error Estándar, n=3 para los datos de digestibilidad in vivo y n=2 para los datos de digestibilidad in vitro.

^b L,C = Contraste lineal y cuadrático respectivamente.

RESUMEN

Este estudio tuvo el objetivo de comparar la digestibilidad de los borregos alimentándolos con raciones que contienen rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas de cenizas de madera. El rastrojo de maíz fué humedecido durante un período de 6 hrs en concentraciones de 10, 20 y 30% de cenizas de madera. Se utilizaron 12 borregos cruzados de peliwey y ramboillet, aleatorizados (3/tratamiento) bajo un diseño completamente al azar, el rastrojo de maíz (0%) sin tratar fué el testigo. Las raciones tratamiento contenian; 85% de rastrojo de maíz y 15% de suplemento. El consumo de MS, PC g/kg/día, fueron mayores numéricamente para la ración con el tratamiento al 30% y el consumo de MO, FAD y FND fueron mayores numéricamente para la ración con el tratamiento 0%. La digestibilidad de la materia seca (DMS) presentó un efecto lineal ($P < 0.01$); la DMS se incrementó conforme se incrementó la cantidad de cenizas de madera. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) no fué influenciada por el tratamiento de cenizas. La digestibilidad de la proteína cruda (DPC) presentó un efecto cuadrático, mostrando que el mayor valor fué el tratamiento 30%. La digestibilidad de la fibra detergente ácido, no mostró efectos entre tratamientos. La digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN) presentó un efecto lineal ($P < 0.05$), la DFDN se incrementó conforme se incrementó la cantidad de cenizas en solución.

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) tu-

vo un efecto lineal ($P < 0.05$), la DIVMS se incrementó conforme se incrementó la cantidad de cenizas. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) no fué influenciada por el tratamiento de cenizas de madera; sin embargo, tiende a aumentar numéricamente cuando es tratada al 30%.

CONCLUSIONES

- 1º El tratamiento con soluciones alcalinas provenientes de cenizas incrementó la DIVMS y DIVMO del rastrojo de maíz. Los tratamientos 20 y 30% fueron los más altos. Así mismo, la DIVMS y DIVMO de las raciones empleadas para borregos también se incrementaron cuando contenían paja de rastrojo de maíz tratado con cenizas de madera. Los valores más altos se encontraron con 30% de cenizas.
- 2º La digestibilidad in vivo de la MS, MO, FDA yFDN de las raciones conteniendo rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas provenientes de cenizas de madera, fueron incrementadas cuando el rastrojo fue humedecido con una solución al 20 y 30% de cenizas.
- 3º En base a los resultados obtenidos se recomienda humedecer el rastrojo de maíz con soluciones alcalinas al 20% mezclado en raciones para alimentar rumiantes menores.

BIBLIOGRAFIA

- AOAC. 1975. Official Methods of Analysis (13th.Ed) Association of Official Analytical chemist. Washington, D.C.
- Baker, A.J., Miller, M.A. y Satter, L.D. 1975. Wood and wood-based residues in animal feeds. En: Cellulose technology-research. Albin. F. Turbak, Comp. A.C.S. Symposium cenes 10. American Chemical Society, Washington, D.C.
- Church, D.C. 1974. Fisiología Digestiva y Nutrición de los Ruminantes. Vol. 3 (Nutrición PRACTICA). Edit. Acribia, España.
- Díaz-Romeau, R y A. Hunter. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químicos del suelo y tejido vegetal y de investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica. -- CATIE (MIMEO).
- García, J.L. 1981. Esquilmos menor costo de crianza y engorda. Cebú. 8 (7) pp. 11-16.
- Garza, J. y R.G. Ramírez. 1989. Efecto en la digestión de borregos consumiendo raciones conteniendo paja de sorgo tratada con cenizas de madera. (Memorias). II Congreso de Ovinocultura en México. San Luis Potosí. México.

- Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forages fiber and analysis [apparatus, reagents, procedures and some applications]. U.S.D.A.-A.R.S., Handbook No. 379.
- Gutiérrez, E. 1981. Efecto del tratamiento químico y la suplementación de cuatro nutrientes sobre la digestibilidad *in vitro* del rastrojo de maíz de la médula de caña. Tesis -- M.C. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Hernández, F.B. 1982. Efecto del tratamiento químico (NaOH) y la suplementación con diferentes fuentes proteínicas sobre la digestibilidad y la liberación de amonio in vitro en rastrojo de maíz. Tesis Profesional; Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L.
- Huerta, R. y R.G. Ramírez. 1989. Efecto en la digestión de borregos consumiendo raciones conteniendo paja de buffel -- tratada con cenizas de madera. (Memorias). II^o Congreso de Ovinocultura en México. San Luis Potosí, México.
- Jackson, M.G. 1978. Teaty straw for animal feeding. FAO animal production and th. paper No. 10, Rome 81.
- Kernan, J. et al., 1977. Ammonation of straw to improve its nutritional value as a feed for ruminant animals. Extension publication No. 239; 13 p. University of Saskatchewan.

- Klopfenstein, T.J. 1975. Chemical treatment of crop residues. Proceedings, the Range Cow Symposium on Production IV. December 15-17 Denver, Colorado.
- Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841-848.
- Koers, N.M., Prokop y T.J. Klopfenstein. 1972. Sodium hidroxid on treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 31:11-31. -- (Abstr.).
- Mendez, C.L.C. 1982. Campo Agrícola Experimental Valle del Yaquí. SARH, INIA, CIANO, Folleto Misceláneo. No. 2.
- Morrison, F.B. 1969. Fundamentos de Nutrición Animal (Alimento y Alimentación del Ganado). Tomo I. Unión Tipográfica Americana.
- Nolte, E.M., J.G. Cline, B.A. Dehority, S.C. Loerch, y C.F. -- Parker. 1987. Treatment of wheat straw alkaline solutions prepared from wood ashes fiber utilization by ruminants. - J. Anim. Sci. 64:664-677.
- Owen, E. 1978. Processing of roughages. In recent advances in Animal Nutrition, 1978. Eds. W. Haresign y D. London, Butterworths pp. 127-148.

- Pigden, N.J. y Heaney, D.P. 1969. Lignocellulose in ruminant nutrition. In advances in chemistry series, No. 95. Cellulases and their applications. pp. 245-261.
- Pigden, W.J. y Bender, F. 1972. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Rev. Mundial Zoot. 4:7-10.
- Ranjhan, S.K. 1978. Subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes en la India. Rev. Mundial Zoot.
- Rojas, R. 1981. Utilización de los esquilmos agrícolas en ganado lechero. Rev. Leche para año XVIII No. 5. pp. 11-12.
- Salinas, C.S. 1981. Evaluación de métodos de muestreo para estimar densidad de arbustos. Tesis Profesional Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N.L. pp. 28.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2da. ed.). McGraw-Hill Book. Co., New York EUA.
- Stone, J.F., A.M. Scollan, E. Donefer y E. Ahlgren. 1969. Digestibility as a simple function of a molecule of similar size to a cellulase enzyme. In advances on Chemistry Series., No. 95, Cellulases and their applications.

- Stuart, R. 1977. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de empleo en la alimentación del ganado. Boletín de Reseñas, La Habana, Cuba.
- Tarkow, H. y Feist, W.C. 1969. A mechanism for improving the digestibility of lignocellulosic materials with dilute alkali and liquid ammoneo. In advances Chemistry Series. No. 95, Celluloases and their applications.
- Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system -- feed analysis and its application to forages. J. Anim. -- Sci. 26:119-128.
- Van Soest, P.J. 1968. Structural and chemical characteristics which limit the nutritive value of forages. In forage --- Economics-Quality. Ed. C.M. Harrison. American Society of Agronomy, Special Publication. No. 13 pp. 63-76.
- Van Soest, P.J. 1969. Composition, maturity, and the nutritive value for forages. In Advances in chemistry Series. No. - 95, Cellulases and their application. pp. 262-278.

