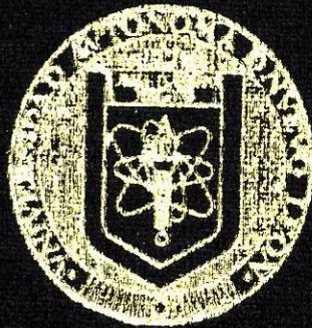


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE
MADERA, UREA Y ORINA AL RASTROJO DE MAIZ
EN LA DIGESTIBILIDAD DE BORREGOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

FRANCISCO MARTINEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

ENERO DE 1990

T

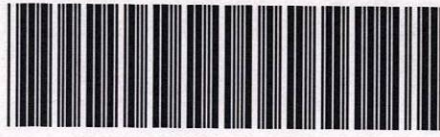
SF375

.5

.M6

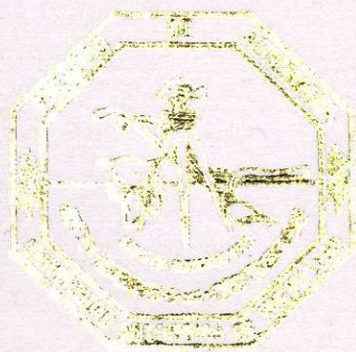
M37

c.1



1080062074

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA



EFEECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE
MADERA, UREA Y ORINA AL RASTROJO DE MAIZ
EN LA DIGESTIBILIDAD DE BORREGOS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

FRANCISCO MARTINEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

ENERO DE 1990

10030

T
SF 375
.5
.M 6
M 37

040.636

FAI

1990

C.5



Abiotera
Megna Srikandara

PTCSID

LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE
MADERA, UREA Y ORINA AL RASTROJO DE
MAIZ EN LA DIGESTIBILIDAD DE BORREGOS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

FRANCISCO MARTINEZ LOPEZ

MARIN, N. L.

ENERO DE 1990.

EFFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE MADERA,
UREA Y ORINA AL RASTROJO DE MAIZ EN LA
DIGESTIBILIDAD DE BORREGOS.

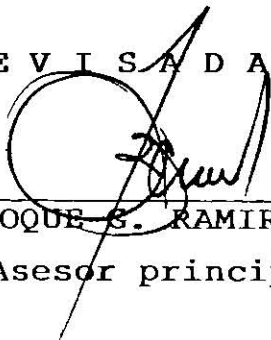
T E S I S

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

FRANCISCO MARTINEZ LOPEZ

R E V I S A D A P O R



Ph.D. ROQUE S. RAMIREZ LOZANO
Asesor principal.

Ing. Ramón Treviño Treviño.
Asesor Auxiliar

Ing. MC. Felipe de J. -
Cárdenas Guzmán.
Asesor Auxiliar

MARIN, N. L.

ENERO DE 1990.

"La prueba última de la conciencia del hombre acaso sea su disposición a sacrificar algo en favor de las generaciones futuras, cuyas palabras de agradecimiento no se oirán".

G.N.

DEDICATORIAS

A DIOS.

Por permitirme alcanzar una de las principales metas de mi vida.

A MIS PADRES

Sr. Luis A. Martínez M.

Por su apoyo brindado durante el transcurso de mi carrera.

Sra. María Luisa López s.

Con cariño, por sus desvelos y sacrificios, por haberme guiado por el buen camino e - inculcar en mí los principios de superación.

A MIS HERMANOS

Martha Imelda

María Guadalupe

Luis Alfredo

José Juan

María del Socorro

Julio Cesar

Carlos Daniel

Por su confianza depositada en mí,
para alcanzar esta meta.

A MIS SOBRINOS

A mis compañeros y amigos
con los que conviví durante
el transcurso de mis estudios.

A la generación 84 - 89
de "los contras".

AGRADECIMIENTOS

Al Ph.D. Roque G. Ramírez L. Mi más sincero agradecimiento por la asesoría brindada para la realización del presente trabajo.

Al M.C. Felipe de Jesús Cárdenas G. Por su amistad y enseñanzas impartidas durante el transcurso de mi formación profesional.

Al Ing. Ramón Treviño T. Por sus enseñanzas impartidas y su disponibilidad para la revisión del presente trabajo.

A todo el personal encargado del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

A la Srta. Ma. Elizabeth González M. por su eficiente trabajo mecanográfico.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para hacer posible la realización del presente trabajo.

INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	
2.1 - Importancia de los rumiantes en la utiliza- ción de los esquilmos agrícolas.	4
2.2 - Esquilmos y pajas.	6
2.3 - Composición de los esquilmos y pajas.	8
2.4 - Importancia de los esquilmos agrícolas en - la alimentación animal.	11
2.5 - Factores que limitan la utilización de los esquilmos agrícolas.	15
2.6 - Composición de la orina animal.	17
2.7 - La urea como fuente de nitrógeno.	19
2.8 - Tratamiento de los esquilmos agrícolas para incrementar su aprovechamiento por el ru- miente.	21
2.8.1 Manejo del momento de cosecha.	22
2.8.2 Elección de variedades.	23
2.8.3 Suplementación.	24
2.8.4 Tratamiento físico.	25
2.8.5 Tratamiento biológico.	26
2.8.6 Tratamiento químico.	27
3. MATERIALES Y METODOS.	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	51

5. CONCLUSIONES.	60
6. RESUMEN.	62
7. BIBLIOGRAFIA.	64

INDICE DE CUADROS.

CUADRO		PAGINA
1	Composición mineral (ppm) de las cenizas - de madera y del agua que se utilizaron en el tratamiento del rastrojo de maíz. Tam- bién se muestran las concetraciones de Na y K (ppm) contenidas en las soluciones ya preparadas, así como su PH. - - - - -	45
2	Contenido de nitrógeno y PH de la orina - utilizada en el tratamiento del rastrojo - de maíz. - - - - -	46
3	Análisis químico del rastrojo tratado y - sin tratar que se utilizó en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos.- - - - -	47
4	Ingredientes y porcentajes con los que se elaboraron las raciones utilizadas en la - prueba de digestibilidad in vivo de borre- gos.- - - - -	48
5	Composición química de las raciones conte- niendo rastrojo de maíz tratado y sin tra- tar.- - - - -	50

CUADRO

PAGINA

6	Peso promedio inicial y consumo de alimento de los borregos consumiendo raciones - conteniendo rastrojo de maíz tratado y - sin tratar. - - - - -	57
7	Digestibilidad aparente (%) de los borre <u>g</u> os alimentados con raciones a base de - rastrojo de maíz tratado y sin tratar.- - - -	59

I. INTRODUCCION

Actualmente, México tiene una ganadería baja o todavía insuficiente para satisfacer las necesidades de su población, por la falta de alimentos principalmente, además de que sus costos son altos, solo la alimentación representa del 70 al 80 % de los gastos que deben hacerse en la crianza y engorda ganadera.

Los esquilmos agrícolas, particularmente los de cereales, representan por su disponibilidad una gran fuente potencial de alimentos para rumiantes, y éste es de particular importancia para países en desarrollo como México, donde los granos se destinan preferentemente para la alimentación humana, y solo cantidades muy limitadas se utilizan para alimentación del ganado.

En México, la producción de granos de cereales y oleaginosas, por lo general deficitaria, se destina principalmente al consumo humano, ya que las leyes prohíben el desvío de estos productos para el consumo animal, particularmente cuando se hace sentir una oferta ampliamente superada por la demanda. Estas restricciones limitan grandemente el empleo de los granos, cereales y oleaginosas en las raciones del ganado, lo cual obliga a utilizar y aprovechar en grado máximo los esquilmos y subproductos agrícolas.

Los esquilmos agrícolas, subproductos industriales y desechos orgánicos que en México alcanzan la cifra anual de 93 millones de toneladas, la mayor parte de las cuales son desperdiciadas o mal utilizadas.

Si estos esquilmos, principalmente el rastrojo de maíz, que entre los nahuas, era conocido como "Tlazole", - que significa basura, se aprovechara adecuadamente, se contaría con un recurso muy abundante, que superaría los 48 millones de toneladas anuales.

Pero el uso de pajas y de rastrojos se ve limitado debido principalmente al escaso valor proteínico y a la baja digestibilidad que presentan por su alta lignificación.

Para lo cual se han desarrollado diferentes técnicas dirigidas a mejorar el valor nutritivo de los alimentos altamente fibrosos, dentro de los cuales las técnicas más conocidas son: tratamiento físico, tratamiento biológico y - el más utilizado es el tratamiento químico.

Por lo tanto el presente trabajo se basa en la utilización del método químico para tratar el rastrojo de maíz, con el objetivo de determinar las diferencias en el grado de aprovechamiento a través de la digestibilidad de los nutrientes del rastrojo de maíz tratado con soluciones de cenizas de madera, urea y orina, además determinar la posibi

lidad de utilizar la orina animal como fuente de nitrógeno (N), para elevar el porcentaje de proteína del rastrojo de maíz.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia de los rumiantes en la utilización de esquilmos agrícolas.

Debido a los altos precios, y a las disposiciones legales que prohíben la utilización de granos para la alimentación animal, han estimulado las investigaciones encaminadas a encontrar la manera de no desperdiciar el gran volumen de esquilmos agrícolas que se producen en nuestro país, tratando de hallar la forma más apropiada para utilizarlos y que reditúen beneficios económicos para el hombre.

En el campo nutricional se han distinguido dos grandes grupos de animales; los animales rumiantes y los animales no rumiantes, cuyas diferencias fisiológicas han obligado a que su estudio se haga por separado. Se puede afirmar que la principal diferencia es la utilización de los carbohidratos estructurales presentes en los forrajes fibrosos (Ysunza y Arzola, 1985).

La especie animal que mejor rendimiento consigue de los forrajes fibrosos son los rumiantes, debido a la especial conformación de sus cavidades gástricas y a su tipo particular de digestión, en la que colabora la abundante y variada flora microbiana (Flores, 1980).

Los rumiantes son los animales que pueden conseguir -

mayores beneficios a expensas de la paja de cereales, debido a la estructura anatómica de su aparato digestivo y a la fisiología de su digestión.

La fermentación microbiana en el rumen o panza mantenida por la fibra bruta favorece la síntesis vitamínica y formación de algunos ácidos volátiles, como el acético y el b \acute{u} tirico.

El ganado vacuno, ovino y caprino presentan un aparato digestivo cuya eficiencia es bien superior al de los monogástricos y cuya capacidad es muy apreciada.

Disponen en particular, de un estómago compuesto de cuatro cavidades; cada una contiene numerosas colonias de microorganismos que actúan sobre los alimentos, tornándolos en utilizables. La importancia de esta flora microbiana viene a ser bien palpable, en primer lugar por la digestión de la celulosa que en el ganado vacuno alcanza sus valores máximos del 70 al 75 % para las hierbas, y mínima de 35 - 40 % para los henos y pajas.

En segundo lugar existe una importancia especial ligada a las síntesis proteínicas debido a las bacterias, de las que obtienen beneficio los protozoarios, aunque por lo menos el 20 % del nitrógeno (N) total, del contenido del rumen está constituido por los restos de estos microorga--

nismos. Estas proteínas tienen un elevado valor biológico y una gran digestibilidad para el rumiante (Piccioni, - - 1970).

Por lo tanto los animales rumiantes, debido a los procesos de fermentación llevados a cabo por la flora micro--biana del rumen, son capaces de utilizar eficientemente materias ricas en fibra, por lo que se pueden alimentar con raciones que contengan un alto porcentaje de materiales fibrosos (Cullison, 1983).

Sin embargo, la acción de los microorganismos del rumen se ve limitada por la asociación físico-química de los glúcidos estructurales de la planta con la lignina, así como arreglo cristalino de los polímeros de la celulosa - (Shimada, 1987).

2.2 Esquilmos y pajas.

En el proceso de producción de alimentos y fibras vegetales se obtienen una serie de desechos conocidos genéricamente como esquilmos agrícolas (Ej. rastrojo de maíz, paja de trigo) y subproductos agroindustriales (Ej. bagazo de caña, pulpa de henequén) dependiendo si se localizan en los campos de cultivo o en las plantas industriales (Shimada, 1987).

La paja de cereales está constituida por el conjunto

de tallos y hojas secas de las plantas cultivadas para grano después de que éste ha madurado y ha sido recolectado - (Piccioni, 1970; Flores, 1980; Garza et al., 1980; Leng, - 1982; Fernandez-Rivera y Klopfenstein, 1989).

Los tallos, hojas, el bagazo de la caña de azúcar y - otros esquilmos fibrosos, en su mayor parte están constituidos por carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) incrustados en la lignina, siendo estos la porción - estructural de las plantas (Moya, 1982).

Después de la cosecha de granos, los agricultores afrontan un grave problema con el manejo del sobrante de la planta (tallos, hojas). No es recomendable dejar residuos agrícolas en el suelo, debido principalmente al desarrollo de pestes que pueden ser perjudiciales a los nuevos cultivos. Por lo que los esquilmos agrícolas deberían ser removidos del campo y darles una utilización más productiva - (Sánchez, 1976).

En México la generación de esquilmos y subproductos agroindustriales constituyen un renglón potencial, y cada zona geográfica en menor o mayor grado posee estos recursos. Entre ellos se encuentran las socas de sorgo, rastro de maíz, paja de maíz, olote, paja de cereales (avena, trigo, cebada), paja de leguminosas y como subproductos agroindustriales están la melaza, bagazo de caña, médula -

de caña, pulpa de cítricos, pulpa de henequén, etc. (Barra_{das}, 1981; Flores, 1983b).

La cantidad de residuos agrícolas fibrosos representan más del 50 % de la producción de materia orgánica total de la actividad agrícola vegetal (Escobar et al., 1985; Fernandez-Rivera y Klopfenstein, 1989).

2.3 Composición de los esquilmos y pajas.

Aunque hay diferencias considerables entre los diferentes tipos de pajas y cereales, también entre la paja de un mismo cereal debido al tiempo de la cosecha, duración del almacenaje, altura y época de corte. Todas las pajas de cereales tiene en común dos factores: primero, son extremadamente bajas en nitrógeno; segundo, los principales componentes de la materia seca son los carbohidratos estructurales de la pared celular (celulosa y hemicelulosa). Estos alimentos también son ricos en lignina y sílice, elementos que determinan la baja digestibilidad de estos alimentos (Medrano, 1987).

El uso de pajas y rastrojos es limitado debido principalmente al escaso valor proteínico y a la baja digestibilidad que presentan por su estado de lignificación (Klopfenstein, 1978; De la Parra, 1982).

La mayoría de los esquilmos son bajos en humedad por

lo que se conservan fácilmente por mucho tiempo.

El contenido de minerales de las pajas, generalmente es bajo y desbalanceado, pero puede resultar adecuado para el mantenimiento y trabajo de los rumiantes. El contenido de calcio y fósforo (Ca, P) en las pajas es muy bajo.

El bajo valor nutritivo de los esquilmos agrícolas reduce el consumo voluntario y consecuentemente la respuesta animal por lo que su uso, se limita a aquellos animales - con menos requerimientos nutricionales, como la oveja adulta no gestante (Medrano, 1987).

Llamas et al., (1986), señalan que la disponibilidad de energía en los esquilmos agrícolas es baja, debido principalmente al alto contenido de fibra muy lignificada.

Los tallos y hojas de los esquilmos agrícolas son las partes estructurales de las plantas, las cuales están formadas principalmente por pared celular, la cual a la vez - está constituida básicamente por celulosa, hemicelulosa y lignina (Moya, 1982).

Por otra parte McDonald et al. (1971), afirman que - los forrajes toscos utilizados por los rumiantes, contienen cantidades considerables de celulosa y hemicelulosa y otros carbohidratos que no son digeridos por las enzimas - digestivas de dichos animales, además señalan que en los -

pastos jóvenes, que a menudo son el alimento principal, el 40 % de la materia seca corresponde a la celulosa y hemicelulosa y en los pastos duros (henos y pajas) ésta proporción es aún más alta.

Las pajas contienen poco más del 80 % de sustancias que son potencialmente fermentables y por lo tanto importantes fuentes de energía para animales rumiantes, pero dichas sustancias en su mayor parte son materiales insolubles que constituyen la pared celular y su aprovechamiento por los microorganismos del rumen es limitado.

Además contienen muy poco N, el cual es insuficiente para permitir un crecimiento adecuado de los microorganismos del rumen los cuales posteriormente se transforman en fuente principal de proteína altamente digestible.

Aún cuando el contenido de minerales contenidos en las pajas es bajo, puede ser adecuado para mantenimiento animal, pero para producción los requerimientos se incrementan doblemente (Ej. Ca y P), por lo que no es recomendable proporcionar únicamente paja en esta etapa.

La composición mineral de las plantas depende principalmente de la disponibilidad de estos en el suelo y cercanía de los mares (para Na), el calcio y fósforo (Ca y P) de las pajas generalmente es bajo, así como el cobalto, cobre, azufre y sodio (Leng, 1982).

Bermúdez (1989), señala que en general los residuos agrícolas presentan altos contenidos de fibra, bajos contenidos de carbohidratos solubles, nitrógeno y minerales.

2.4 Importancia de los esquilmos agrícolas en la alimentación animal.

El factor determinante para el uso extensivo de los esquilmos como alimentos para el ganado, es su escaso valor nutritivo, caracterizado por un bajo contenido de proteína y energía digestible; sin embargo, considerando la creciente demanda de forrajes en la actualidad, se justifica una reexaminación del potencial de estos materiales para su empleo en la producción pecuaria (Carrillo, 1982).

Los forrajes toscos son insustituibles en la producción ganadera debido a su bajo costo. Constituyen en ciertas áreas la única producción vegetal posible, que al ser utilizada por los animales, rinde un producto útil al hombre (carne y leche) (De Alba, 1971).

Desde el punto de vista de la nutrición animal, el uso de esquilmos agrícolas es limitado, debido al escaso valor proteínico y a la baja digestibilidad que presentan, lo cual es causado por su elevada lignificación (Kernan et al., 1979; Llamas et al., 1986).

En los países de clima templado, la paja se entierra

directamente o después de usarla como cama, restituyendo - así todo el nitrógeno al suelo, pero desperdiciando toda - la energía potencial de las pajas. En otras ocasiones, - cuando las rotaciones de cultivos no dejan tiempo suficien - te para que la paja enterrada se descomponga, todos los - residuos son quemados, lo que significa el desperdicio to - tal de la materia orgánica (Gutiérrez, 1981).

Los esquilmos agrícolas o residuos de cosechas son un recurso alimenticio muy importante, porque en los períodos de carencia de alimentos pueden constituir la principal - fuente de nutrientes.

En muchas ocasiones las pajas o rastrojos son abundan - tes, pero el consumo y la productividad son bajas, pero - tal régimen de alimentación asegura que los animales se - puedan mantener.

La mayor parte de los esquilmos agrícolas son utiliza - dos por medio del pastoreo directo o cosechados. En gene - ral los esquilmos agrícolas son alimentos de baja calidad (Medrano, 1987).

Hablando en términos generales, los restos de los cul - tivos se pueden dar o pastar, procesarse como alimento se - co o ensilarse. Lo importante es recordar que por su va - los relativamente bajo, en comparación con los granos, re - quieren una cosecha, almacenamiento y método de alimenta -

ción de bajo costo. Muchas veces los residuos de los cultivos son una fuente de alimento barato y asequible durante la época de invierno, cuando sólo se requieren niveles de nutrición para mantenimiento o un poco más.

De todos los residuos de los cultivos, el de maíz es el que más se produce y ofrece el mejor potencial para aumentar la cantidad de ganado (rumiantes) (Ensminger y Olen^utine, 1983).

El rastrojo de maíz y la paja de sorgo son esquilmos agrícolas utilizados principalmente como fuentes de volumen. No es recomendable utilizar los esquilmos agrícolas como la fuente principal de energía o proteína, ya que el contenido de ambos nutrientes es muy bajo; por otra parte sus contenidos de fibra cruda son muy altos.

Sin embargo, cuando son utilizados como fuente de volumen es necesario considerar su aporte energético, esto permite disminuir la cantidad de alimento que se utiliza como principal fuente de energía (Aguilar, 1981).

A pesar de los limitantes de estos subproductos agrícolas, sus usos se han incrementado grandemente debido a los altos precios y escases de los granos (Gutiérrez, - - 1981).

Por lo tanto se puede afirmar que los esquilmos agrí-

colas y subproductos agroindustriales constituyen en nuestro país recursos potenciales para apoyar fuertemente la producción ganadera, sin embargo la mayor parte de estos recursos se encuentran subutilizados y queda manifiesta la necesidad de generar sistemas o subsistemas que permitan una utilización más eficiente (Flores, 1983b).

Estos materiales también conocidos como lignocelulosicos contienen un porcentaje apreciable de celulosa, una de las formas de aprovechamiento ha sido su inclusión como alimento para animales rumiantes cuya simbiosis con microbios celulolíticos les permite obtener nutrimentos a partir de tal compuesto (Shimada, 1987).

Un trabajo realizado por Salazar (1985), donde evaluó la capacidad nutritiva del rastrojo y olote de maíz molidos en ovinos. Encontrando que el tratamiento compuesto por rastrojo de maíz más cebada germinada (66 % y 34 %) proporcionó los mayores incrementos de peso (0.083 Kg/día), seguido por el tratamiento formado por olote de maíz más cebada germinada (58 % y 42 %) con un incremento de peso de los animales de 0.067 Kg/día, y por último el tratamiento que contenía heno de sorgo más cebada germinada (64 % y 36 %) con un incremento de 0.042 Kg/día.

Concluyendo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se puede utilizar cual---

quiera de los esquilmos evaluados, basándose en el más económico y disponible en la época en que sea requerido.

2.5 Factores que limitan la utilización de los esquilmos agrícolas.

Al considerar la gran cantidad de esquilmos agrícolas que se generan en nuestro país derivados de varios cultivos, se ha planteado la necesidad de utilizarlos intensivamente en la alimentación de rumiantes.

Sin embargo existen inconvenientes que deben superarse antes de que pueda sacarse el máximo provecho de tales residuos. En primer lugar, los mismos son deficientes en cuanto a su contenido de proteína y minerales, su disponibilidad de energía es bajo. Además los residuos fibrosos son físicamente resistentes a la fragmentación y químicamente resistentes a la acción microbiana rumial (Llamas et al., 1986).

La digestibilidad de estos esquilmos es muy baja debido al proceso llamado de lignificación. Este proceso es la formación de enlaces o ataduras, física y químicas, entre la lignina y los carbohidratos estructurales como la celulosa y hemicelulosa.

El contenido de lignina en las plantas aumenta durante el período de crecimiento, pero el proceso de lignifica

ción se lleva a cabo en las etapas de maduración.

Su dicho enlace o atadura que se forma entre la lignina y los carbohidratos estructurales, pudiera romperse, - los carbohidratos que antes estaban cubiertos por la lignina se encontrarían más accesibles al sistema digestivo del animal, por lo que la digestibilidad del esquilmo aumentaría considerablemente (Moya, 1982).

Ensminger y Olentine (1983), señalan que las plantas en etapas de maduración contienen lignina o sílice o bien ambas sustancias, las cuales incrustan a los hidratos de carbono, a la celulosa y a la hemicelulosa que son ricos en energía, además dichas sustancias no permiten que los microbios del estómago de los rumiantes los degraden para liberar energía.

En resumen, podemos decir que los factores involucrados en el bajo valor nutritivo como producto de la digestibilidad de los esquilmos agrícolas son los siguientes:

- a.- La alta lignificación que hace que disminuya la digestibilidad de los carbohidratos estructurales.
- b.- La baja digestibilidad del material ingerido y con su alta resistencia mecánica, hace que aumente el volumen del rumen, lo que hace que se reduzca drásticamente el consumo voluntario.

c.- La fermentación rumial de material altamente lignificado, produce una elevada proporción de ácido acético, el cual es utilizado con una baja eficiencia para los procesos productivos (Stuart, 1977).

Por otra parte Flores (1983 b), señala que los factores que inciden en la digestibilidad inicial de los forrajes fibrosos son: la especie, variedad, años, métodos de manipulación, composición de la ración y nivel de alimentación.

Además señala que el principal enemigo para poder utilizar más eficientemente los esquilmos es la lignina por lo que hay que buscar técnicas que rompan este enlace lignina-celulosa-hemicelulosa.

2.6 Composición de la orina.

La cantidad normal producida diariamente de orina depende de la ingestión de agua, de la temperatura ambiente, de la dieta y del estado físico del animal. Variando de 0.5 a 2.6 Lts. (Harper, 1971; Agraz, 1984).

Los productos finales del metabolismo nitrogenado, tienen un efecto diurético. La densidad fluctúa entre 1.003 y 1.030, variando de acuerdo con la concentración de solutos en la orina.

La orina normalmente es ácida, con un PH de aproximadamente de 6.0 (fluctúa entre 4.7 y 8.0). Cuando la ingestión de proteína es elevada la orina es ácida debido a un exceso de fosfatos y sulfatos producidos en el catabolismo protéico. La acidez también puede aumentar en la acidosis y con la fiebre. La orina en reposo se torna alcalina debido a la conversión de la urea en amoniaco.

La orina normal tiene color amarillo claro o ambari--no, el principal pigmento es el urocromo, pero también dan color pequeñas cantidades de urobilina y de hematoporfirina. La orina generalmente es transparente, pero en las orinas alcalinas puede desarrollarse una turbidez por la precipitación de fosfato de calcio. La orina tiene un olor aromático que puede ser modificado por diversas sustancias de la dieta (Harper, 1971).

Tres clases de principios tiene la orina: agua, sustancias orgánicas y sustancias minerales. El elemento que existe en mayor proporción es el agua. Las sustancias orgánicas son la urea, la cual constituye aproximadamente la mitad de los sólidos de la orina (25 g.). Su excreción está directamente relacionada con la ingestión de proteína. El ácido úrico, es el producto final de la oxidación de las purinas, el ácido úrico es ligeramente soluble en agua, pero forma sales solubles con álcalis. Por eso se precipita fácilmente en las orinas si se las deja en reposo; exis

ten igualmente cuerpos de las series xántica y aromática y cuerpos grasos.

Por último, las principales sustancias minerales contenidas en la orina son: cloruro, fosfatos, carbonatos y sulfatos de potasio, sodio, calcio y magnesio (Harper, - - 1971; Agraz, 1984).

2.7 La urea como fuente de nitrógeno.

La urea también llamada carbamida, fué descubierta - por Rouelle en 1773. En el organismo, se le encuentra en la orina (2.5 %) y en la sangre se produce por descomposición de las proteínas por las proteasas, convirtiéndolas - en ácidos aminados. Como productos finales de la degradación protéica, además de urea se obtiene amoniaco (NH_3) - (Flores, 1983 a).

La fórmula de la urea es $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, en su forma pura - posee 46.67 % de nitrógeno dando un equivalente en proteína cruda de 281 % (Cullison, 1983). La urea se presenta - en forma sólida, cristalina, inodora e incolora, de sabor amargo y refrescante, soluble en agua, menos en alcohol y mucho menos en éter, su densidad es de 1.33 y funde a 132°C (Flores, 1983 a).

Para que la urea pueda ser utilizada por los micro---bios ruminales primero tiene que ser hidrolizada (combinada

químicamente con el agua) y formar $\text{CO}_2 + \text{NH}_3$. Esta hidrólisis se lleva a cabo por la acción de una enzima, la ureasa, que es secretada por los organismos del rumen.

Al irse liberando el amoníaco en el rumen, aparentemente reacciona con los ácidos orgánicos, tales como el acetato y propionato de amonio.

Estos, a su vez, son metabolizados por los microorganismos y forman la proteína celular (Cullison, 1983; Flores, 1983 a).

Hace unos cuarenta años comenzó la investigación sobre el uso de la urea como fuente de nitrógeno capaz de sustituir a las proteínas en la alimentación animal, principalmente en los rumiantes.

Su uso se basa en la suposición de que las bacterias del rumen descomponen, las sustancias nitrogenadas protéicas y no protéicas liberando amoníaco, que luego utilizan para sintetizar sus proteínas celulares o como fuente de energía. La urea es una fuente de nitrógeno mucho más económica que las proteínas naturales. Pero en ciertos casos la ingestión de urea es tóxica para el animal. La urea no proporciona energía, además no debe de sustituirse con urea más de la tercera parte de la cantidad necesaria de proteínas (Flores, 1983 a).

2.8 Tratamiento de los esquilmos agrícolas para incrementar su aprovechamiento por el rumiante.

Desde finales del siglo pasado se ha tratado de encontrar técnicas mediante las cuales se mejore el valor nutritivo de los residuos fibrosos (Flores, 1980).

El valor nutritivo de los alimentos fibrosos puede ser mejorado ya sea por medio de suplementos o bien mediante tratamientos que faciliten su digestibilidad (Medrano, 1987).

La finalidad del tratamiento de los esquilmos agrícolas consiste en aumentar la digestibilidad y el consumo voluntario por parte de los animales ruminantes los cuales logran una mayor eficiencia de dichos alimentos fibrosos (Flores, 1983 b).

La fibra de los esquilmos agrícolas es muy poco digerible y no se puede forzar al animal a consumir grandes cantidades de ésta. El animal tiene un límite en la cantidad de fibra que puede consumir, por lo que esto limita la cantidad de energía que pudiera aprovechar de la fibra. Para lograr un mayor consumo de energía deberemos entonces aumentar la digestibilidad de los esquilmos (Moya, 1982).

Existen diferentes técnicas para el mejoramiento del valor nutritivo de los residuos fibrosos, dentro de los -

cuales los más conocidos consisten en tratamientos físicos, químicos y biológicos (Klopfenstein, 1978; Bobilev et al., 1979; Flores, 1983 b; Flores, 1986; Medrano, 1987), y la suplementación (Doyle, 1982; Bermúdez, 1989).

Sin embargo, es posible considerar otras formas de mejoramiento que pueden tener resultados positivos en la utilización de los residuos y que deben tenerse en cuenta previamente a la cosecha del cultivo.

En particular, se pueden considerar las alternativas que tiene el productor en la elección de variedades para la siembra y el manejo del cultivo para la cosecha.

2.8.1 Manejo del momento de cosecha.

En términos generales, a medida que una planta madura se producen cambios en su composición química y en la relación tallo/hoja, que se manifiestan en una disminución de la digestibilidad del forraje. Los cambios químicos más importantes se presentan a nivel de pared y contenido celular de la planta debido a la acumulación de celulosa, hemicelulosa y lignina en la pared celular que conduce a un marcado engrosamiento de la misma en detrimento del contenido celular. Dado que el contenido celular presenta una alta digestibilidad (prácticamente 100 %), mientras que en la pared celular es baja, los cambios mencionados conducen a una disminución de la digestibilidad en la planta entera.

Por lo tanto, a medida que se pueda reducir el tiempo de permanencia del residuo en el campo podrá lograrse una mejoría en el valor nutritivo de este producto.

2.8.2 Elección de variedades.

Este es el otro de los aspectos poco considerados en la investigación sobre residuos agrícolas que se realiza en el país.

Sin embargo, existen suficientes evidencias que indican la existencia de variaciones significativas en el valor nutritivo entre variedades de un mismo cultivo. Estas variaciones entre variedades conducen a cambios importantes en la capacidad de degradación de estos residuos. Lo anterior permite suponer la posibilidad de lograr mejoras en el valor nutritivo de estos residuos por medio de selección de variedades.

Pero es necesario indicar que el objetivo primario de estos cultivos es la producción de grano, por lo cual el mejoramiento de la calidad por selección debe lograrse sin detrimento al rendimiento de grano (Bermúdez, 1989).

Sin embargo, Fernandez-Rivera y Klopfenstein (1989), señalan que aparentemente la correlación entre producción de grano y calidad de residuo es baja, por lo que es posible lograr un mejoramiento en calidad sin perjudicar los -

rendimientos de gráo.

2.8.3 Suplementación

La suplementación es una alternativa disponible para el productor y necesaria para eliminar las deficiencias que presentan las dietas que contienen residuos agrícolas en su forma natural o que hayan recibido algún tipo de tratamiento.

Cuando se pretende suplementar un forraje de baja calidad como los residuos agrícolas, se debe establecer una secuencia de los factores limitantes en la dieta. Se ha dicho que los residuos agrícolas son deficientes en nitrógeno y minerales. Los suplementos que se utilicen para mejorar la digestibilidad y consumo de los forrajes de baja calidad, deben reunir una o más de las siguientes características:

- La fuente de nitrógeno proporcionada, orgánica o inorgánica, deberá de liberar amoníaco a nivel ruminal para que los microorganismos del rumen puedan llevar a cabo la síntesis microbiana.
- La fuente de nitrógeno utilizada puede permitir que parte del mismo, escape a la fermentación rumial y llegue directamente al tracto bajo para su absorción.

- El suplemento debe aportar energía para el adecuado crecimiento de los microorganismos del rumen o para el animal huésped.
- El suplemento deberá contener microminerales, elementos traza y vitaminas.

En la medida que el suplemento cumpla con alguno o todos los puntos establecidos anteriormente, se podrá observar un mayor consumo y aprovechamiento de los residuos por parte del animal (Doyle, 1982; Bernúdez, 1989).

2.8.4 Tratamiento físico.

Los principales son la molienda y la cocción a presión, sobre la cocción a presión no existe información suficiente, y tal vez no sea muy práctica su aplicación (Flores, 1986).

El más comúnmente usado es la molienda, que sirve para reducir el tamaño de partícula e incrementar la superficie de exposición del forraje a la acción de los microorganismos del retículo-rumen.

Los efectos obtenidos son: aumento en el consumo de materia seca, también debido al tamaño de partícula se aumenta la tasa de paso del alimento por el tracto digestivo lo que ocasiona que el tiempo de exposición a la flora microbiana sea menor y como consecuencia se reduce la diges-

tibilidad (Carrillo, 1982; Medrano, 1987; Bermúdez, 1989).

En comparación con el rastrojo entero, la molienda aumenta de 15-20 % el porcentaje de utilización, ya que reduce la selectividad por parte de los animales. Además el rastrojo molido es consumido por el animal en un 100 %, - mientras que si se les proporciona entero se pierde hasta el 80 % ya que la mayor parte lo rechaza el animal (Carrillo, 1982), además en animales jóvenes o pequeños se observa una mayor respuesta al tratamiento físico del forraje - que en los animales más viejos o grandes (Medrano, 1987).

2.8.5 Tratamiento biológico.

Consiste en la utilización de hongos que degradan la lignina, pero no la celulosa o hemicelulosa, ya que estas la utilizan con bastante eficiencia los rumiantes. Han resultado bastante eficientes los "hongos de las podredum--- bres blancas", que degradan mayores cantidades de ligninas que de celulosas. In vitro, se han encontrado aumentos - substanciales en su digestibilidad. No se han desarrollado todavía métodos adecuados a nivel de granja y faltan - realizar ensayos de alimentación con animales (Flores, - - 1983 a).

Doyle (1982), señala que bacterias, hongos o enzimas pueden ser utilizados para elevar el valor nutritivo de - los forrajes fibrosos, al degradar la lignina con lo cual

se logra una mayor disponibilidad de celulosa y hemicelulosa a los microorganismos ruminales. Pero dichos organismos requieren de condiciones especiales para su desarrollo (T° , pH, aereación, etc.), además requieren de substratos particulares, por lo que dicho tratamiento actualmente no es económico ni posible de desarrollarlo a nivel de granja.

2.8.6 Tratamiento químico.

El tratamiento químico de pajas y rastrojos para la alimentación animal es una práctica recomendable para obtener mayores beneficios de los alimentos fibrosos (Jiménez y Shimada, 1984).

De las técnicas que han sido empleadas hasta la fecha, los que han mostrado mejores resultados, son los tratamientos químicos, y en especial aquellos donde el tratamiento se basa en el empleo de sustancias alcalinas (Sánchez, 1976; Moya, 1982), además el tratamiento químico mejora la digestibilidad de los forrajes de baja calidad (Partida et al., 1984).

El método de acción de los álcalis es a través de la ruptura de las paredes celulares por medio de la solubilización de la hemicelulosa, la hidrólisis de los ésteres de ácidos urónico y acético, y aumentando la tasa de digestión ruminal de la celulosa y hemicelulosa al sufrir un incremento en sus dimensiones (Klopfenstein, 1978).

Por otra parte Martínez et al. (1985), señalan que la digestibilidad de las pajas y rastrojos tratados con álcalis aumenta debido a una hidrólisis básica de los enlaces lignocelulósicos, teniendo como resultado un incremento en la velocidad de vaciado ruminal, lo que predispone a un mayor consumo de alimento.

De entre los muchos compuestos químicos que se han probado, los más socorridos han sido: hidróxido de sodio y los álcalis nitrogenados (hidróxido de amonio, anhidro y urea); en los últimos años se ha experimentado con el ozono (O_3), el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y últimamente las cenizas de madera (Shimada, 1987).

Sánchez (1976), señala que la efectividad del tratamiento depende principalmente del tiempo de reacción a que se someta el material y el tratamiento de la partícula utilizada.

Antes de decidir sobre el producto químico a usar y el método a aplicar, se deben considerar varios factores: costo, disponibilidad del producto, equipo necesario, habilidad técnica y seguridad.

Todos los productos químicos son seguros si son apropiadamente manejados y peligrosos si no se manejan adecuadamente (Medrano, 1987).

Actualmente los álcalis más comúnmente usados son: - el hidróxido de sodio (NaOH) y el tratamiento con amoniaco.

Moya (1982), menciona que el consumo voluntario de esquilmos tratados químicamente con hidróxido de sodio es - substancialmente más alto en comparación con los esquilmos sin tratar.

En un trabajo realizado por Benitez et al. (1984), - donde evaluaron el consumo, digestibilidad y balance de ni trógeno en ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio, encontraron que el rastrojo de maíz al ser tratado con dicho álcali aumenta la digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica pero disminuye la digestibilidad de la proteína cruda, además concluyen que el máximo consumo de materia orgánica digestible y la máxima retención de nitrógeno se obtiene cuando el rastrojo es tratado a un nivel de 6 gr. de NaOH/100 gr. de materia seca.

Otro trabajo realizado por Gutiérrez (1981), donde determinó el efecto de cinco niveles de NaOH (0,2,4,6, y 8 - gr/100 grs. de materia seca) sobre la DIVMS y DIVMO, del rastrojo de maíz y de la médula de caña. Encontrando que - la respuesta de la DIVMS y DIVMO al tratamiento con NaOH - fué lineal hasta concentraciones de 8 gr. de NaOH/100 gr. - de materia seca.

La principal desventaja del tratamiento con hidróxido de sodio es de que el material tratado debe lavarse para eliminar el residuo de dicho álcali que es tóxico para el animal que lo consuma.

De hecho, todos aquellos sistemas que impliquen la inmersión del material en soluciones químicas, para su posterior lavado y secado, tienen pocas posibilidades de ser adaptados por los productores, ya que involucran altos costos por concepto de agua, maquinaria y mano de obra, que no se justifican con el aumento esperado en digestibilidad y/o el crecimiento de los animales (Shimada, 1987).

A partir de 1972 se empezó a utilizar la "amonificación" a base de amoníaco anhidro, gaseoso o bien hidróxido de amonio.

El tratamiento da buenos resultados, tanto en pajas ricas como en pobres en fibra; los resultados son mejores en gramíneas que en leguminosas. El contenido de nitrógeno prácticamente se duplica no así su digestibilidad aparente.

Cuando el proceso de amonificación se realiza satisfactoriamente se logra en general un aumento en la digestibilidad de 10 a 15 %, aumentando igualmente, la utilización de la energía digestible.

Además dicho tratamiento no necesita de gran cantidad de agua, la cual es muy escasa en muchos lugares donde abundan los esquilmos agrícolas, no quedan residuos del álcali, tiene un efecto benéfico sobre el consumo voluntario y respuesta animal, evita la formación de hongos en forrajes húmedos.

Como desventaja se señala el bajo incremento en la digestibilidad de los forrajes tratados con éste álcali, además cuando la paja se almacena muy húmeda, retiene amoníaco que puede ser tóxico para los animales y limita su consumo (Flores, 1980; Saadullah et al., 1981; Flores, 1986; Medrano, 1987).

Ultimamente se ha estado experimentando con soluciones de cenizas de madera, la cual aumenta la digestibilidad de los residuos fibrosos, dicho método podría ser accesible desde el punto de vista de el costo del álcali.

Nolte et al. (1987), realizaron un experimento para determinar la digestibilidad de la paja de trigo tratada con soluciones alcalinas preparadas de ceniza de madera a un nivel del 30 %, paja tratada con NaOH (4 %) y paja no tratada, en ganado caprino.

Encontraron que los valores de digestibilidad de la materia seca, fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido

detergente (FAD) fueron mayores para la paja tratada con soluciones preparadas de cenizas de madera en comparación con las dietas que contenían paja tratada con NaOH (4 %) y paja sin tratar. En la digestibilidad de la materia orgánica no hubo diferencia entre las dietas que contenían paja tratada con cenizas de madera (30 %) y paja tratada con NaOH (4 %), sin embargo, ambas fueron mayores que la dieta sin tratar (control). También encontraron que el consumo de materia seca de la paja tratada con cenizas fué mayor en comparación con las otras dos dietas.

Concluyeron que la paja de trigo tratada con soluciones alcalinas de cenizas de madera, aumenta la utilización de la fibra por los rumiantes.

Cruz y Ramírez (1989), encontraron que el rastrojo de maíz tratado con una solución alcalina de cenizas de madera al 30 % incrementa la digestibilidad aparente de la materia seca (M.S.) y de fibra detergente neutro (FDN) en comparación con el rastrojo de maíz sin tratar, además la digestibilidad in vitro de la materia seca (MS) fué influenciada por el tratamiento de cenizas, siendo el valor más alto para el 30 % y no se encontró ningún efecto en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (M.O).

En otro estudio Garza y Ramírez (1989), observaron el efecto en la digestibilidad in vivo de la paja de sorgo -

tratada con diferentes niveles de cenizas de madera (0, 10, 20 y 30 %) en ovinos.

Encontraron que los valores de la digestibilidad de MS y MO fueron mayores para la paja tratada a un nivel de 20 % de cenizas de madera y el valor más bajo fué para el nivel del 30 %, para la digestibilidad de la proteína no se encontraron cambios significativos. En cuanto a la digestibilidad de FDA y FDN también los valores más altos correspondieron a la paja tratada con un nivel de 20 % de cenizas de madera y los valores más bajos fueron para el tratamiento control. En cuanto a la digestibilidad in vitro de la MS y MO no fué modificada significativamente por el tratamiento con soluciones alcalinas de ceniza de madera.

Sin embargo, se mostró una tendencia a incrementar la digestibilidad de la MS y MO con el tratamiento al 20 % de cenizas de madera.

Saadullah et al. (1980), determinaron el efecto de tratar la paja de arroz con orina de animal, ellos utilizaron un nivel de 1 litro de orina por 1 Kg. de paja con la cual formaron dos dietas (paja tratada con orina y paja sin tratar) para alimentar ovinos. Los resultados que se obtuvieron fueron; que debido al tratamiento con orina, la proteína cruda contenida en la paja fué aumentada de 3.3 % a 5.6 %. La digestibilidad de la materia seca (MS), -

materia orgánica (MO) y fibra cruda (FC) aumentó de 38 %, 45 % y 56 % a 51 %, 55 % y 62 % respectivamente. Dichos investigadores concluyeron que la orina animal parece ser tan eficiente como cualquier otra fuente de amoniaco en el tratamiento de las pajas fibrosas.

Por otra parte Fazlay (1981), señala que el tratamiento de la paja con orina significa que, las sales minerales y productos tóxicos contenidos en la orina sean reciclados, por lo que la posibilidad de contaminación animal con estos productos además de la gran cantidad de microorganismos patógenos que la orina contiene, tiene que ser cuidadosamente considerados.

Haque et al. (1983), evaluaron el comportamiento de becerros alimentados con paja de arroz tratada con orina animal como fuente de amoniaco. Dicho experimento fué conducido con el fin de observar los efectos de la paja tratada con orina sobre la salud animal y también para comparar el comportamiento de ganado alimentado con una dieta básica de paja de arroz sin tratar, con paja tratada con orina animal o urea como fuente de amoniaco.

Dichos investigadores concluyeron que la paja tratada con orina animal no causa efectos adversos sobre la salud animal. En cuanto a la ganancia de peso vivo encontraron que la paja tratada con urea y orina como fuente de amonia

co (171 y 162 g/d) fueron significativamente mayores ($P < 0.01$) que el obtenido con la paja sin tratar (95 g/d).

3. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicada en la carretera Zuazua - Marín Km 17, en el municipio de Marín, N. L., México. Tiene una altitud de 393 msnm y está situado entre los 25°52' de latitud norte y 100°03' de longitud oeste. El clima se clasifica como BWwk (Semiárido), con una temperatura media anual de 21° C y una precipitación promedio de 573 mm. en los últimos 10 años. Los suelos de esta región son del tipo Chernozem, calcáreos de origen aluvial. La textura va de franco-arenosa a franco-arcillosa y tienen una estructura granular y sub-angular.

Preparación de la solución alcalina de cenizas de madera (20 %) y humedecimiento del rastrojo de maíz y tratamiento posterior con orina animal.

Las cenizas se obtuvieron de Restaurantes y panaderías ubicadas en Monterrey y Marín, N. L. y se trasladaron al campo experimental para su posterior manejo.

Las cenizas se cribaron con una malla metálica de 0.5 cm. para retener impurezas y material que no se incineró completamente.

Se tomó una muestra de cenizas y se le determinó la concentración de P, Ca, Mg, Na y K por medio de un especto

fotómetro de absorción atómica. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 1.

Para preparar la concentración de la solución alcalina de cenizas de madera que se utilizó en la prueba (20%), se utilizaron 6 tambos con una capacidad de 200 Lts. a los cuales se les agregaron 120 litros de agua potable a c/u - obtenida del municipio de Marín, N. L. Dicha agua se analizó para determinar su concentración mineral (cuadro 1), utilizando el mismo método que para las cenizas.

Luego, a cada tambo se le agregaron 30 Kg. de cenizas de madera ya cribada, después el contenido de cada tambo - se agitó manualmente (con una pala), por un tiempo de 30 - minutos, con la finalidad de permitir la formación de sales (cloruros).

Una vez que se terminó de agitar la mezcla, se dejó - reposar por un tiempo de 18 hrs. para que las cenizas se - decanten.

Antes del tratamiento con solución de cenizas de madera y orina, se le determinó el contenido de proteína al - rastrojo de maíz, con la finalidad de saber en cuanto au-mentó su contenido de proteína después del tratamiento con solución de cenizas y orina. El resultado del análisis se muestra en el cuadro 3.

Transcurrido las 18 hrs., se tomó una muestra general de la solución preparada de cenizas de madera y se le determinó su PH y su concentración de Na y K (cuadro 1), posteriormente se procedió a humedecer el rastrojo (picado), de la siguiente forma; se colocó el material (50 Kg) a remojar en una pila de concreto (cap. 1000 Lts.), luego se vertió la solución de cenizas a la pila hasta que cubrió completamente el rastrojo, pero con la precaución de que la solución no llevara residuos de cenizas ya que estas se seguirían utilizando nuevamente.

Nolte et al. (1987), encontraron que la misma ceniza puede emplearse hasta 10 veces, para humedecer la paja, obteniendo resultados positivos. Además señalan que la concentración de Na y K disminuye después del primer y segundo lavado de las cenizas de madera.

El rastrojo se dejó remojando por un tiempo de 6 hrs., transcurrido dicho tiempo se desaguó la pila y se procedió a secar y extender el rastrojo sobre un hule para que de esa forma se secara al aire libre.

La orina que se utilizó para humedecer el rastrojo de maíz previamente tratado con soluciones de cenizas de madera, se obtuvo de anteriores experimentos donde se utilizaron borregos y chivos, confinados en jaulas metabólicas, la orina se colectó diariamente, y se tomó una muestra gene--

ral y se analizó para determinar su PH y su contenido de nitrógeno (cuadro 2).

Después de que se secó el rastrojo tratado con cenizas de madera se procedió a tratarlo con orina; primeramente se extendió el rastrojo y se le aplicaron 60 Lts. de orina en forma de rociado, volteando constantemente para que el rociado fuera uniforme, posteriormente se le adicionaron otros 20 Litros de orina, para completar un total de 80 litros. Siendo una relación orina:rastrojo de 1.6 Lts. por 1 Kg. de rastrojo.

Luego de aplicar el total de orina se tapó el rastrojo con un hule, durante un tiempo de 13 días, transcurrido dicho tiempo el rastrojo ya tratado se destapó y se extendió para que se secara.

Preparación de la solución alcalina de cenizas de madera (20 %) más urea (2 %) y humedecimiento del rastrojo de maíz.

La preparación de la solución alcalina de cenizas de madera (20 %) fué similar al procedimiento descrito anteriormente, el único cambio fué de que primero se virtió la solución preparada de cenizas de madera a la pila (cap. 1000 lts.) y luego se adicionó el equivalente al 2 % de urea en base a 50 Kg. de rastrojo de maíz que es la canti-

dad que se utilizó. Dicha solución se agitó hasta que la urea se disolvió completamente, luego se tomó una muestra general y se le determinó su PH y su concentración de sodio y Potasio (cuadro 1) posteriormente se agregaron los 50 Kg. de rastrojo, y se compactó hasta que el nivel de la solución cubrió completamente al rastrojo, el cual se dejó remojando por un tiempo de 6 hrs. el cual transcurrido, la pila se desaguó y se sacó el rastrojo para extenderlo sobre un hule para que se secara al aire libre.

Preparación y humedecimiento del rastrojo de maíz - con orina animal.

La orina utilizada para este tratamiento se obtuvo de anteriores experimentos donde se utilizaron borregos y chivos confinados en jaulas metabólicas, la orina se colectó diariamente y también como en el tratamiento anterior se tomó una muestra y se analizó para determinar su contenido de proteína y su PH (cuadro 2).

Se adicionaron 106 Lts. de orina a 50 Kg. de rastrojo de maíz, en forma de rociado y se volteó constantemente para que la orina se distribuyera uniformemente, luego, de que se aplicó totalmente la orina el rastrojo se tapó durante un tiempo de 14 días, transcurrido dicho tiempo se destapó y se extendió para que se secara. La relación orina:rastrojo, fué de 2.1 Lts. de orina por 1 Kg. de rastrojo.

Preparación de las raciones que se evaluaron.

Una vez que las pajas tratadas diferentemente, estuvieron completamente secas se procedió a elaborar las raciones a probar.

En el cuadro 4 se muestran los ingredientes y proporciones utilizados de cada uno para formar las diferentes raciones (tratamiento), siendo el rastrojo, la base de dichas raciones.

Primeramente se extendió el rastrojo, luego se procedió a disolver la melaza en agua, en seguida se adicionó en forma de rociado al rastrojo, el cual se mezcló varias veces para que la melaza se distribuyera uniformemente, posteriormente se adicionaron los siguientes ingredientes restantes, espolvoreándolos sobre el rastrojo humedecido por la melaza, luego se dejó secar y una vez seca la ración elaborada se procedió a embolsar y a etiquetar cada ración-tratamiento, siendo las siguientes: ración con rastrojo de maíz tratado con solución de cenizas de madera (20 %) y orina; ración con rastrojo de maíz tratado con solución de cenizas de madera (20 %) y urea (2 %); ración con rastrojo de maíz tratado con orina animal y ración testigo con rastrojo de maíz sin tratar.

En el cuadro 3 se muestra la composición química

del rastrojo de maíz sin tratar y tratado con las -
diferentes sustancias.

La composición química de las raciones ya elaboradas
conteniendo el rastrojo de maíz tratado y sin tratar se -
muestra en el cuadro 5.

Prueba de digestibilidad.

Para la prueba de digestibilidad se utilizaron 12 bo-
rregos castrados de diferentes razas, con un peso promedio
de 28 Kg. Estos animales fueron aleatorizados (3 por tra-
tamiento) para ser alimentados con las cuatro raciones tra-
tamiento. Todos los animales se colocaron en jaulas meta-
bólicas.

La prueba se dividió en 2 fases, la primera consistió
en un período de adaptación que duró 10 días y la segunda
fué la fase de colección de heces, que duró 5 días.

En la etapa de adaptación, la alimentación se suminis-
tró en pequeñas cantidades hasta que los animales consumie-
ron el equivalente al 3 % del peso vivo del animal, el cual
se continuó en la segunda etapa de la prueba. el alimento
se proporcionó dos veces al día y el agua siempre se pro-
porcionó a libre acceso.

En el período de colección de heces, estas se colecta

ron por completo una vez al día, registrándose el peso de de las mismas en forma individual para cada animal.

Una vez pesada la muestra diaria, se tomó una muestra (10 %), la cual se depositaba en una bolsa de plástico previamente identificada y se almacenaba en un refrigerador a una temperatura de 0 a 4° C. Al final de los 5 días se juntaron las cinco muestras y de esta manera se obtuvo una sola muestra por animal.

Durante esta fase se colectaron muestras de alimento diario ofrecido de cada ración, para al final de dicha etapa tener una sola muestra por cada tratamiento. Además, se colectó todo el alimento rechazado diario para determinar si la proteína cruda (A.O.A.C., 1975), se consideraba como alimento o como heces fecales.

Al final de los cinco días de colección, las heces se descongelaron hasta alcanzar una temperatura ambiente. Posteriormente se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron a una estufa (55°) durante tres días, para determinar la materia seca parcial (MSP). Posteriormente las muestras de heces así como las de las raciones, se molieron en un molino (Wiley) y se almacenaron en recipientes de plástico previamente identificados, para su posterior análisis.

Las heces fecales y las muestras de alimento se pusie-

ron en una estufa de secado (105° C) durante 24 horas, con el objeto de determinar su materia seca (M.S.). La materia orgánica (MO) se determinó incinerando las muestras en una mufla a 600° C (A.O.A.C., 1975). La proteína cruda (PC) se determinó multiplicando 6.25 por la concentración de nitrógeno que se obtuvo por medio del método Kjeldahal (A.O.A.C., 1975). La fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutro (FDN) se determinaron 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 entre los primeros, multiplicando el resultado por 100, para obtener los coeficientes de digestibilidad como porcentaje de consumo de cada nutriente (Beese, 1971).

Los coeficientes de digestibilidad y el consumo de MS, MO, PC, FDA y FDN para cada tratamiento, se compararon usando un diseño completamente al azar.

Las medias de consumo y digestibilidad fueron comparadas por medio de la técnica de diferencia mínima significativa (DMS) (Steel y Torrie, 1980).

Cuadro 1: Composición mineral (ppm) de las cenizas de madera y del agua, que se utilizaron para el tratamiento del rastrojo de maíz. También se muestran las concentraciones de Na y K (ppm) contenidas en las soluciones ya preparadas así como su PH.

Concepto	Minerales					PH
	K	Na	P	Ca	l'g	
Cenizas	395,841.0	129,831.8	485.1	172,641.6	87,575.8	
Agua	7,473.8	1,537.6	721.0	1,654.1	1,187.2	
SACM ^a (20 %)	52,239.3	15,061.0				10.59
SACM-Urea ^b	54,251.4	8,248.8				11.23

a: Solución Alcalina de Cenizas de Madera al 20 %.

b: Solución Alcalina de Cenizas de Madera al 20 % diluida - con urea.

Cuadro 2; Contenido de nitrógeno y PH de la orina utilizada en el tratamiento del rastrojo de maíz.

Concepto	% de N	PH
Orina ^a	0.502	7
Orina ^b	0.408	7

a: Orina utilizada para tratar el rastrojo que se trató previamente con una solución al 20 % de cenizas de madera.

b: Orina utilizada para tratar el rastrojo de maíz.

Cuadro 3: Análisis químico del rastrojo sin tratar y tratado que se utilizó en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos.

Concepto ¹	MATERIAL			
	RST ^a	RTSACM+U ^b	RTSACM+O ^c	RTO ^d
Materia Seca, (%MS)	88.9	91.6	91.6	91.1
Materia Orgánica, (%MO)	86.3	84.7	79.1	87.8
Cenizas, (%)	13.7	15.3	20.9	12.2
Proteína Cruda, (%PC)	4.6	4.9	6.6	5.6
Fibra detergente - neutro, (%FDN)	67.7	72.0	64.2	73.1
Fibra detergente - ácido, (%FDA)	39.4	44.5	44.9	51.2

1: Base Seca.

a: Rastrojo de maíz sin tratar.

b: Rastrojo de maíz tratado con solución alcalina de cenizas de madera (20 %) y urea.

c: Rastrojo de maíz tratado con solución alcalina de cenizas de madera (20 %) y orina.

d: Rastrojo de maíz tratado con orina.

Cuadro 4: Ingredientes y porcentajes con los que se elaboraron las raciones utilizadas en la prueba de digestibilidad en borregos.

Ingredientes ¹	RACIONES (% TAL COMO OFRECIDO)			
	RT ^a	RSAC 14U ^b	RSACM+O ^c	RO ^d
Rastrojo de maíz sin tratar.	85			
Rastrojo de maíz tratado con 20 % solución de ceniza de madera y urea.		85		
Rastrojo de maíz tratado con 20 % solución de madera y orina.			85	
Rastrojo de maíz tratado con orina animal.				85
Harina de soya	8	8	8	8
Melaza	5	5	5	5
Grano de sorgo	1	2	2	2
Urea	1	-	-	-

1: No se incluyó premezcla de vitaminas y minerales.

a: Ración testigo.

Nota: continua en la siguiente hoja.

- b: Ración con rastrojo tratado con 20 % solución de cenizas de madera y urea.
- c: Ración con rastrojo tratado con 20 % solución de cenizas de madera y orina.
- d: Ración con rastrojo tratado con orina animal.

Cuadro 5: Composición química de las raciones conteniendo rastrojo de maíz tratado y sin tratar.

Concepto ¹	RACIONES			
	RT ^a	RSACH+U ^b	RSACH+O ^c	RO ^d
Materia seca (% MS)	92.1	92.4	92.8	91.9
Materia Orgánica - (% MO).	93.2	86.2	85.6	88.4
Cenizas (%)	6.8	13.8	14.3	11.6
Proteína cruda(% PC)	9.0	6.9	8.1	6.2
Fibra detergente - neutro (% FDN)	70.1	69.6	64.9	66.7
Fibra detergente - ácido (% FDA)	41.8	41.1	45.7	45.0

1: Base seca

a: Ración testigo.

b: Ración con rastrojo de maíz tratado con 20% solución de cenizas de madera y urea.

c: Ración con rastrojo de maíz tratado con 20 % solución - de cenizas de madera y orina.

d: Ración con rastrojo de maíz tratado con orina animal.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el análisis mineral de las diferentes soluciones alcalinas de cenizas de madera que se utilizaron, las concentraciones (p.p.m) que se obtuvieron son variables en relación a las que concentran Volte et al. (1987), esta variación se puede deber a que ellos utilizaron cenizas de madera de roble (*Quercus* sp.), mientras que en este trabajo se utilizaron cenizas de madera de zapiche (*Prosopis* sp.).

Por otra parte Ellis (1962), señala que la composición de las cenizas de madera varía grandemente, además dicha composición está influenciada por la especie de árbol, localización geográfica, estación y parte anatómica de la planta entre otros factores.

El peso promedio y el consumo de alimento de los borregos durante el período de colección se muestran en el cuadro 6.

En el consumo de MS, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), siendo los valores de 26.1, 26.3, 27.5 y 27.3 g/Kg/día, para las raciones que contenían rastrojo de maíz, Testigo (sin tratar), tratado con 20 % SACM + urea, 20 % SACM + orina y tratado con orina animal respectivamente. Sin embargo hay una tendencia a ser mayor para el tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina. El consumo de MO tampoco fué diferente ($P > 0.05$) en

tre los tratamientos; correspondiendo los valores de 23.9, 22.7, 23.5 y 24.2 g/Kg/día, para los borregos que consumieron las dietas testigo (Sin Tratar), tratado con 20 % SACM + urea, tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina, respectivamente. Se observó diferencia ($P < 0.05$) en el consumo de PC, resultando mejor el testigo (sin tratar) con un consumo de 3.5 g/Kg/día, en comparación con 1.7, 2.2 y 1.7 g/Kg/día, para los borregos que consumieron rastrojo de maíz; tratado con 20 % SACM + urea, tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina, respectivamente. El consumo de FDN no presentó diferencia ($P > 0.05$) entre tratamientos siendo 16.9, 18.3, 17.8 y 18.2 g/Kg/día para los borregos que consumieron las dietas testigo (sin tratar), tratado con 20 % SACM + urea, tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina, respectivamente. El consumo FDA, no se observó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$), siendo los valores de 9.4, 10.8, 12.6 y 12.3 g/Kg/día, para los borregos que consumieron las dietas; testigo (sin tratar), tratado con 20 % SACM + urea, tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina, respectivamente. Sin embargo, hay una tendencia a ser mayor para el tratado con 20 % SACM + orina y tratado con orina.

Aún cuando no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el consumo de MS, MO, FDN Y FDA por parte de los borregos se puede apreciar una mayor tendencia al consumo de las raciones a base de rastrojo de maíz tratado con orina animal.

Saadullah et al. (1980), encontraron que el consumo de borregos en base a % de peso vivo, aumentaron su consumo (MS y MO) en un 28 %, debido al tratamiento de la paja de arroz con orina animal en proporción de 1 Lto. de orina por 1 Kg de paja.

Por otra parte Nolte et al. (1987); encontraron que en cabras consumiendo paja de trigo tratado con SACM (30%), el consumo de MS fué mayor ($P < 0.05$), en comparación con el testigo (sin tratar) y con la paja tratada con 4 % de NaOH. En cuanto al consumo de FDA y FDN, resultó mayor para el testigo (sin tratar) y para la paja tratada con 4 % de NaOH, aunque el consumo de MO y PC presentaron la misma tendencia que para la FDA y FDN, estas diferencias no fueron significativas.

Garza y Ramírez, (1980), trabajando con paja de sorgo tratada con SACM (0,10,20 y 30 %) consumida por borregos, encontraron que los consumos de MS, MO, PC, FDN y FDA fueron mayores ($P < 0.05$) para el 0 % (testigo) comparado con el resto (10, 20 y 30 %). Sin embargo, Cruz y Ramírez (1989), no encontraron diferencias ($P > 0.05$) en cuanto al consumo de MS, MO, PC, FDN y FDA, por parte de borregos que consumieron raciones a base de rastrojo de maíz tratado con SACM al 0, 10, 20 y 30 % respectivamente.

En el cuadro 7, se muestran las digestibilidades de las

raciones que consumieron los borregos durante la prueba.

En la digestibilidad in vivo de la MS se observó una diferencia significativa ($P < 0.05$), siendo la digestibilidad más alta para los borregos que consumieron el rastrojo de maíz tratado con 20 % SACM + urea con 60.9 %, siguiéndole los tratamientos con orina y testigo con 58.4 y 54.9 - respectivamente y siendo el valor más bajo para el tratamiento con 20 % SACM + orina con 49.4 %. La digestibilidad in vivo de la MO tuvo una diferencia significativa - ($P < 0.05$), correspondiendo el valor más alto para los borregos que consumieron el rastrojo de maíz con: 20 % SACM+ urea con 60.1 %, siguiéndole el tratamiento con orina - (59.9) y testigo (55.7 %), mientras que el tratamiento con 20 % SACM + orina tuvo el valor más bajo con 50.9 %. En cuanto a la digestibilidad in vivo de la PC mostró una diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos, sin embargo fué contrario a lo esperado, es decir el tratamiento testigo - tuvo la más alta digestibilidad (71.1 %) siguiéndole el - tratamiento con 20 % SACM+urea con 54.4 % y con los valores más bajos los tratamientos con 20 % SACM + orina (36.4%) y el tratamiento con orina (35.4 %). La digestibilidad de FDN, los tratamientos con 20 % SACM+urea y con orina, fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) con valores de - 63.5 y 63.2 % respectivamente, en comparación con los tratamientos de 20 % SACM+orina con 55.5 % y el testigo con -

50.5 %. La digestibilidad in vivo de FDA, de los borregos que consumieron rastrojo de maíz tratado con 20 % SACM+urea y orina fueron significativamente mayores ($P < 0.05$), con valores de 55.5 y 56.8 % respectivamente, en comparación con los valores de 47.5 y 43.4 % de los tratamientos con 20 % SACM+orina y el tratamiento testigo respectivamente.

Los datos anteriores indican que la digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA podría incrementarse si se tratara al rastrojo de maíz con combinaciones de SACM y urea y orina sola, y que si se tratara con SACM y orina la digestibilidad in vivo de los anteriores nutrientes posiblemente decrecería.

En cuanto al hecho de que el consumo y la digestibilidad in vivo de PC del tratamiento testigo fué significativamente mayor ($P < 0.05$) al resto de los tratamientos, y además no hayan mostrado ningún efecto en relación a este nutriente, posiblemente se haya debido al bajo contenido de proteína de los rastrojos tratados, así como de las raciones ya elaboradas.

Saadullah et al. (1980), encontraron que la digestibilidad in vivo de la MS, MO y FC de borregos que consumieron paja de arroz tratada con orina aumentó de 38, 45 y 56% (sin tratar) a 51, 55 y 62 % respectivamente.

En relación a la utilización de orina animal como - - fuente de amoniaco, Sing et al. (1981), observaron un claro efecto al proporcionar 50 % de los requerimientos de - proteína cruda digerible en forma de urea u orina de ganado vacuno.

Nolte et al. (1987), encontraron que la digestibili--dad de los nutrientes de las raciones conteniendo paja de trigo no tratada con 30 % de cenizas de madera, pero fué - comparable con la digestibilidad in vivo de la paja de trigo tratada con NaOH (4 %).

Cruz y Ramírez, (1989), encontraron que el rastrojo - de maíz tratado con una solución alcalina de cenizas de madera al 30 % incrementó la digestibilidad de la MS y de la FDN, en los borregos que la consumieron, en comparación - con el rastrojo de maíz no tratado.

Garza y Ramírez, (1989), encontraron que la paja de - sorgo tratado con una solución alcalina de cenizas de madera al 20 % incrementó la digestibilidad de la MS, MO, FDA y FDN, en los borregos que la consumieron, en comparación con la pajà de sorgo tratada.

Cuadro 6: Peso promedio inicial y consumo de alimento de los borregos consumiendo raciones conteniendo rastrojo de maíz tratado y sin tratar.

Concepto	RACIONES - TRATAMIENTOS				
	RT ²	RSACM+U ³	RSACM+O ⁴	RO ⁵	EE ¹
Peso inicial, Kg	27.4	33.7	28.6	24.8	1.7
Consumo:					
Materia seca, g/d	716.9	887.8	787.4	682.3	48
Materia seca, g/Kg/d	26.1	26.3	27.5	27.3	
Materia orgánica g/d	655.9	765.2	674.1	603.3	40
Materia orgánica, - g/Kg/d.	23.9	22.7	23.5	24.2	
Proteína cruda, g/d	95.4 ^a	56.7 ^b	63.8 ^b	42.3 ^c	7.0
Proteína cruda, - - g/Kg/d.	3.5	1.7	2.2	1.7	
Fibra detergente - neutro, g/d.	463.8	617.6	510.9	455.4	34
Fibra detergente - neutro, g/Kg/d.	16.9	18.3	17.8	18.2	
Fibra detergente - neutro, g/d	256.6	364.7	359.8	307.1	22
Fibra detergente - neutro, g/Kg/d	9.4	10.8	12.6	12.3	

Nota: continua en la siguiente hoja.

1: EE = Error Estandar, N = 3.

2: Ración testigo.

3: Ración con solución de cenizas de madera (20%) y urea.

4: Ración con solución de cenizas de madera (20%) y orina.

5: Ración con orina.

a,b,c: Medias en los renglones con letras diferentes no son iguales ($P < 0.05$)

CUADRO 7. Digestibilidades aparentes (%) de los borregos alimentados con rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas.

Concepto ¹	RACIONES - TRATAMIENTO				
	RT ³	RSACM+U ⁴	RSACM+O ⁵	RO ⁶	EE ²
Materia seca	54.9 ^{ab}	60.9 ^a	49.4 ^b	58.4 ^a	1.5
Materia orgánica	55.7 ^{ab}	60.1 ^a	50.9 ^b	59.9 ^a	1.4
Proteína cruda	71.1 ^a	54.4 ^b	36.4 ^c	35.4 ^c	4.5
Fibra detergente ácido (FDA)	43.4 ^b	55.5 ^a	47.5 ^b	56.8 ^a	2.0
Fibra detergente neutro (FDN)	50.5 ^b	63.5 ^a	55.5 ^b	63.2 ^a	1.9

1 Base seca.

2 Error estándar, n = 3.

3 Ración testigo.

4 Ración con solución de cenizas de madera (20 %) y urea.

5 Ración con solución de cenizas de madera (20 %) y orina.

6 Ración con orina.

a,b,c Medias en el mismo renglón con letras diferentes, no son iguales (P < 0.05).

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y analizados, se concluye lo siguiente.

- 1.- Aún cuando no se haya encontrado diferencia significativa en el consumo de MS, MO, FDN y FDA del rastrojo de maíz tratado, los valores obtenidos tienden a aumentar en los tratamientos donde se utilizó orina animal, por lo que se concluye que el rastrojo tratado con orina animal no es rechazado por los borregos.
- 2.- La digestibilidad in vivo de la MS, MO, FDN y FDA de las raciones conteniendo rastrojo de maíz fueron incrementadas cuando el rastrojo se trató con 20 % SACM-urea y orina animal sola.
- 3.- De acuerdo a los resultados obtenidos se sugiere humedecer el rastrojo de maíz con soluciones alcalinas de cenizas de madera (20 %) junto con urea, para elaborar raciones para alimentar rumiantes menores, ya que con dicho tratamiento se incrementa la digestibilidad de los diferentes nutrientes.
- 4.- Se sugiere seguir experimentando combinaciones en diferentes proporciones de soluciones alcalinas de cenizas de madera y urea, para mejorar el

aprovechamiento de los residuos fibrosos por parte de los rumiantes.

6. RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicada en el Km 17 de la carretera Zuazua - Marín, en Marín, N. L., México. Las cenizas se obtuvieron de restaurantes y panaderías ubicadas en Monterrey y Marín, N. L., las cuales se trasladaron al campo experimental donde se manejaron para el tratamiento de los rastrojos y se les analizó su concentración mineral.

La orina que se utilizó para el tratamiento del rastrojo de maíz se obtuvo de borregos y chivos confinados en jaulas metabólicas. Se utilizaron 12 borregos castrados de diferentes razas con un peso promedio de 28 Kg, se aleatorizaron (3 por tratamiento) bajo un diseño completamente al azar.

Los borregos se mantuvieron confinados en jaulas metabólicas durante 15 días. El rastrojo de maíz sin tratar fué el testigo. Las raciones - tratamiento contenían - - (85 %) rastrojo de maíz, tratado con 20 % SACM + urea, - - 20 % SACM + orina y tratado con orina animal, el resto consistió de harina de soya (8 %), melaza (5), grano de sorgo (1 y 2 %) y urea (0 y 1 %). En la etapa de adaptación (10 días) se estableció un consumo por parte de los animales a un 3 % del peso vivo de los borregos. En la etapa de co

lección (5 días) se obtuvieron muestras diarias del alimento (ofrecido-rechazado) y de las heces fecales, a los que se les determinó MS, MO, PC, FDN y FDA. Al realizar la evaluación de los resultados, se encontró que no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos en cuanto al consumo de MS, MO, FDN y FDA, pero si existe diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos en cuanto al consumo de PC, siendo el mayor consumo para el tratamiento testigo.

En cuanto a la digestibilidad in vivo de la MS, MO, FDN y FDA, resultó mejor ($P < 0.05$) para el rastrojo tratado con 20 % de SCAM+urea y tratado con orina animal. La digestibilidad in vivo de la PC resulta mejor ($P < 0.05$) para la ración testigo.

7 BIBLIOGRAFIA.

- Agraz, G.A. 1984. Caprinotecnia I. Edit. Limusa, México, -
p.p. 523.525.
- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis (13 th Ed.) -
Association of Official Analytical Chemists.
Washington, D.C.
- Aguilar, G.F. 1981. Situación de la ganadería de engorda -
en México. Ganadero. VI:5 pp. 19-22.
- Barradas, L.H. 1981. Uso de esquilmos agrícolas, subproducu
tos agroindustriales y forrajeros de corte en
la alimentación animal. Ganadero. VI:3 pp. -
35-42.
- Beese, J. 1971. La alimentación del ganado, Edit. Mundi- -
Prensa. Madrid, España. pp. 46-48.
- Benítez, J.G., M. Huerta y R. Orcasberro, 1984. Consumo, d
igestibilidad y balance de nitrógeno en ovinos
alimentados con rastrojo de maíz tratado con -
hidróxido de sodio. Revista Chapingo, México.
No. 43-44. pp. 167-170.
- Bermúdez, E.J. 1989. Alternativas de mejoramiento del uso
de esquilmos agrícolas para la alimentación de

ovinos. (Memorias) II Congreso Nacional de Pro
ducción Ovina. S.L.P., México.

Bobilev, I., N. Pígarev y V. Potokín. 1979. Ganadería. - -
Edit. MIR, Moscú. pp. 129-130.

Carrillo, M. L. 1982. Vigoroso potencial forrajero de los
esquilmos Cebú. Vol. 8. No. 6 y 7. pp. 52-53 y
68-77.

Cruz, C.F. y R. G. Ramírez L. 1989. Efecto en la digestión
de borregos consumiendo raciones conteniendo -
rastrojo de maíz tratado con cenizas de madera.
(Memorias). II Congreso Nacional de Producción
Ovina, S.L.P., México.

Cullison, A. 1983. Alimentos y alimentación de animales. -
Edit. Diana, México. pp. 45 y 86-88.

De Alba, J. 1971. Alimentación del ganado en América Lati-
na. Edit. Fournier, S.A., México. pp. 155-156.

De la Parra, E. 1982. Los esquilmos, alimentos para rumiantes.
Cebú. Vol. 8, pp. 8.

Doyle, P.T. 1982. Review of treatment of fibrous roughages
in South-east Asia. En. M.G Jackson. 1982 -
(Editor). Maximum Livestock Production From Minu

- imum Land. Bangladesh Agricultural University Mymensingh, Bangladesh. pp. 111-120.
- Ellis, E.L. 1962. Inorganic constituents of Wood. For. - Prod. J. 12:271.
- Ensminger, M.E. y G. Olentine. 1983. Alimentos y nutrición de los animales. Edit. El Ateneo. Argentina. - pp. 186-188 y 210.
- Escobar, A., O. de Parra y R. Parra. 1985. Efecto del tratamiento alcalino sobre la digestibilidad in vitro y composición química de residuos agrícolas fibrosas. Producción Animal Tropical. - 1:61-70.
- Fazlay, T.I.M. 1981. The advantages and disadvantages of the use of urine in treating paddy straw. En: M.G. Jackson, 1981, (Editor). Maximum Lives---tock Production From Minimum Land. Bangladesh Agricultural University Mymensingh, Bangladesh. pp. 132-135.
- Fernández - Rivera, S.y T.J. Klopfenstein. 1989. Yield and quality components of corn crop residues and utilization of these residues by grazing cattle. J. Anim. Sci. 67:597-605.

- Flores, M.J.A., 1980. Bromatología animal. (2da. Edición).
Edit. Limusa. México. pp. 439-445.
- Flores, M.J.A. 1983 a. Bromatología animal. Edit. Limusa.
México, pp. 1409-1054.
- Flores, M.F. 1983 b. Utilización de esquilmos y subproductos agroindustriales en la producción animal.
Revista mexicana de producción animal. 15:63-68.
- Flores, M.J.A. 1986. Manual de alimentación animal. Vol. 3.
Edit. Ciencia y Técnica, S.A., México. pp. 528-530.
- Garza, F. J., G. Bernal, F. González y A. Shimada. 1980. -
Ensilaje de planta completa o de cañuela de maíz como fuente de forraje para vaquillas holsteín. Tec. Pec. Méx. pp. 7-12.
- Garza, H. J. y R. G. Ramírez L. 1989. Efecto en la digestión de borregos consumiendo raciones con paja de sorgo tratada con cenizas de madera. (Memorias). II Congreso Nacional de Producción Ovinna. S.L.P., México.
- Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analy--

sis. USDA. Agr. Handbook No. 379. Washington, DC.

Gutiérrez, D.E. 1981. Efecto del tratamiento químico y la suplementación de cuatro nutrientes sobre la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz y la médula de caña. Tesis. M.C. C.P. Chapingo, México.

Haque, M., C.H. Davis, M. Saadullah y F. Dolberg. 1983. - Nota sobre el comportamiento de ganado alimentado con paja de arroz tratada con orina animal como fuente de amoniaco. Producción Animal Tropical. 8: 294-296.

Harper, A. H. 1971. Manual de Química Fisiológica. (3a.- Edición). Edit. Manual Moderno, S. A., México. pp. 445-451.

Jiménez, D. A. y A.S. Shimada. 1984. Comportamiento del borrego pelibuey en crecimiento; alimentado con dietas, con base en rastrojo de maíz tratado con álcalis (NH_3 , NaOH y Urea). Tec. Pec. Méx. 47:142-145.

Kernan, J.A., L. Crowle, T. Spurr y C. Coxworth. 1979. - Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. Can.

J. Anim. Sci. 59:511-517.

Klopfenstein, T.J. 1979. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841-847.

Leng, R.A. 1982. A Teheorical discussion on the factors limiting production in cattle fed basal dists of straw. En M.G. Jackson 1982. (Editor) Maximum Livestock Production From Minimum Land. Bangladesh Agricultural University Mymensingh, Bangladesh. pp. 79-101.

Llamas, L.G., I. Santacruz M. y R. Gómez A. 1986. Respuesta de esquilmos de cereales y leguminosas, y de subproductos del algodón al tratamiento alcalino con amonio (NH_3) o hidróxido de sodio (NaOH). Tec. Pec. Méx. 51:68-79.

Martínez, A. A., J. Soriano T. y A.S. Shimada. 1985. Crecimientos de borregos pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado con amoniaco anhidro. Te. Pec. Méx. 48:54-59.

McDonald, P., R.A. Eduards y J.F.D. Greenhalgh. 1979. Nutrición animal. Edit. Acribia. Zaragoza, España. p. 138-142.

- Medrano, H.J.A. 1987. Alimentación de los ovinos con esquilmos agrícolas. Ganadero. VII (4):58-64.
- Moya, G.N. 1982. Como transformar la paja y otros esquilmos agrícolas en alimento valioso para rumiantes. Ganadero. VII (5):36-42.
- Nolte, M.E., J.H. Cline, B.A. Dehority, S.C. Leerch y C.F. Parker. 1987. Treatment of straw alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. J. Anim. Sci. - 64:669-677.
- Partida, B.E., A. Jiménez, D., L. Martínez R. y A.S. Shilada. 1984. Mejoramiento del valor nutritivo de ensilajes de cañuela de maíz para el borrego, - mediante la adición de hidróxido de amonio o de urea. Tec. Pec. Méx. 47:33.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. - Edit. Acribia. Zaragoza, España. pp. 528-534 y 627.
- Saadulah, M., M. Haque y F. Dolberg. 1980. Treating rice - straw with animal urine. Tropical Animal Production. 5:273-277.
- Saadullah, M., M. Haque y F. Dolberg. 1981. La efectividad

de la amonificación con urea en mejorar el valor nutritivo de la paja de arroz en rumiantes. *Producción Animal Trópical*. 6:31-38.

Salazar, M.R. 1985. Utilización de esquilmos agrícolas en la alimentación de rumiantes. (Opción V). Dep- to. Zootecnia, F.A.U.A.N.L., Varín, N. L.

Sánchez, E.J. 1976. Cambios en la composición química y di- gestibilidad de forrajes de baja calidad nutri- tiva mediante el uso de diversos compuestos - químicos. *Tec. Pec. Méx.* 71:68-73.

Shimada, A.S. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. (Memorias) III Congreso Nacional de la Asocia- ción Mexicana de Especialistas en Nutrición - Animal A.C. (AMENA). Cocoyoc, Morelos, México. pp. 61-63.

Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedu- res of statistics: A Biometrical Approach (2nd. Ed). McGraw Hill Book. Co., N. Y.

Stuart, R. 1977. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de empleo en la alimentación del ganado. *Bole- tín de reseñas*, Cuba.

Ysunza, F.J. y A.C. Arzola 1985. Efectos de la fuente y el nivel de proteína sobre la utilización del nitrógeno de dietas a base de paja de maíz amonificada. Producción Animal en Zonas Áridas y -Semi-áridas. 4(1): 15-24.

