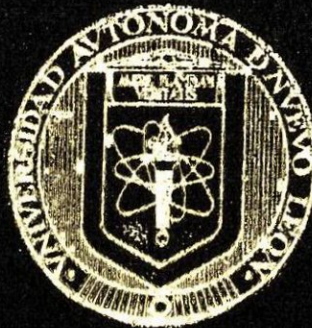


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE MADERA,
UREA Y ORINA EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PAJA
DE SORGO CONSUMIDA POR BORREGOS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

NOE AYALA GABIÑO

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1990

T

SF375

.5

.M6

A9

c.1



1080060908

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE MADERA,
UREA Y ORINA EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PAJA
DE SORGO CONSUMIDA POR BORREGOS"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

NOE AYALA GABIÑO

MARIN, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1990

10395^m

T
SF375
.5
.M6
A9


Biblioteca Central
Maena Solidaridad
F. Tesis


BU Rudi Ranga Fils
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.636
FA6
1990
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE MADERA,
UREA Y ORINA EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PAJA
DE SORGO CONSUMIDA POR 'BORREGOS"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

NOE AYALA GABIÑO

"EFECTO DEL TRATAMIENTO CON CENIZAS DE MADERA,
UREA Y ORINA EN LA DIGESTIBILIDAD DE LA PAJA
DE SORGO CONSUMIDA POR BORREGOS"

T E S I S

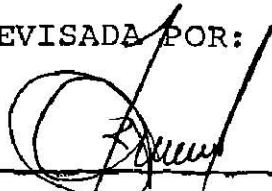
QUE EN OPCION AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

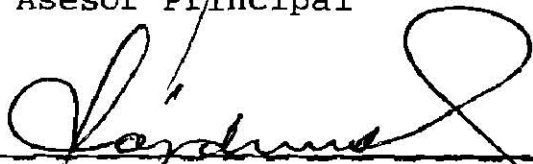
PRESENTA

NOE AYALA GABIÑO

REVISADA POR:



Ph. D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO
Asesor Principal



ING. M.C. FELIPE DE J. CARDENAS G.
Asesor Auxiliar

DEDICATORIAS

Gracias Señor, porque nunca me dejaste solo, siempre vi tu luz en mi camino, y por haberme permitido culminar con vida y salud mi carrera profesional. Sigue iluminando mi vida con tu amor...

A MIS PADRES:

Sr. Jesús Ayala García

Sra. María Cristina Gabiño de Ayala.

Con eterno agradecimiento y profundo cariño por sus consejos, estímulos, comprensión y cariño, a quienes después de Dios debo lo que soy y por haberme guiado por el buen camino e inculcar en mí los principios de superación.

A MIS HERMANOS:

Rosa María

Jesús

Guadalupe Olivia

Con el cariño y el afecto de siempre por el apoyo y ayuda que me brindaron durante mi carrera.

A MI SOBRINO

Juan Erick

Con su sonrisa inocente inspira alegría
y el proseguir mi camino.

A MI CUÑADO

Juan Isidoro

Por brindarme siempre
su amistad y apoyo.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por la gran amistad que me han brindado
desinteresadamente y con quienes compartí
mis fracasos y mis triunfos en mi carrera
profesional.

Sinceramente, GRACIAS A TODOS.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Asesor Principal

Ph. D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO

Por su acertada y valiosa orientación que hizo posible la realización del presente trabajo.

Agradezco a mi Asesor Auxiliar

ING. M.C. FELIPE DE J. CARDENAS GUZMAN

Por su amistad e importante revisión y sugerencias hechas para el presente escrito.

A la Lic. María de la Luz González López, por su amistad y colaboración en el análisis estadístico.

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

A la Srta Josefina Tijerina Zúñiga, por su labor eficiente en la mecanografía del escrito.

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

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Utilización de los esquilmos agrícolas como alimento para los rumiantes	3
2.2 Composición de los esquilmos y pajas.....	4
2.3 Propiedades y composición química de la orina animal.	6
2.4 Utilización de la urea como fuente de proteí- nas para los rumiantes	8
2.5 Factores más importantes que afectan la diges- tibilidad.....	9
2.6 Alternativas para mejorar el aprovechamiento de los esquilmos agrícolas por los rumiantes.	12
2.6.1 Suplementación	13
2.6.2 Tratamiento físico	14
2.6.3 Tratamiento biológico	15
2.6.4 Tratamiento químico	15
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1 Preparación del tratamiento de la paja de sor- go tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) mas orina animal, así como la elaboración de la ración.	23
3.2 Preparación del tratamiento de la paja de sor- go tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) mas urea, así como la elaboración de la ración	28
3.3 Preparación del tratamiento de la paja de sor- go con orina animal, así como la elaboración de la ración	30
3.4 Preparación de la ración testigo	32
3.5 Prueba de digestibilidad	32

3.6	Análisis estadístico	34
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	35
4.1	Consumo de nutrientes	35
4.2	Digestibilidad de los nutrientes	38
5.	CONCLUSIONES	42
6.	RESUMEN	44
7.	BIBLIOGRAFIA	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición mineral (ppm) de las cenizas de madera y del agua, que se utilizaron para el tratamiento de la paja de sorgo. También se muestran las concentraciones de Na y K (ppm) contenidas en las soluciones ya preparadas así como su pH	25
2	Análisis químico de la paja tratada y sin tratar que se utilizó en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos..	27
3	Ingredientes y porcentajes con los que se elaboraron las raciones utilizadas en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos	29
4	Composición química de las raciones <u>con</u> teniendo paja de sorgo tratada y sin tratar	31
5	Peso promedio inicial y consumo de alimento de los borregos consumiendo raciones <u>con</u> teniendo paja de sorgo tratada y sin tratar	37
6	Digestibilidad aparente (%) de los borregos alimentados con raciones a base de paja de sorgo tratada y sin tratar..	40

1. INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas a los que tiene que enfrentarse la ganadería del país, es la tremenda escasez de alimentos que existe, sobre todo en los meses de sequía, donde la producción de forraje y alimento concentrado decrece alarmantemente o bien vuelve prohibitiva la explotación animal desde un punto de vista económico (Rojas, 1981).

García (1982), menciona que la producción de esquilmos agrícolas, subproductos agro-industriales y desechos orgánicos en México alcanzan la cifra de 93 millones de toneladas anuales. Por lo tanto debemos de considerar esta alternativa para hacer substituciones parciales en la alimentación, además de crear con ello una reducción en el costo de producción.

Los esquilmos agrícolas, particularmente los de cereales, representan por su disponibilidad una gran fuente potencial de alimentos para rumiantes en las etapas críticas de producción de forraje, esto es de particular importancia para países en desarrollo, donde los granos se destinan preferentemente para la alimentación humana y solo cantidades muy limitadas se utilizan para alimentación del ganado (Carrillo, 1982; Bermúdez, 1989).

El factor limitante para el uso extensivo de los esquilmos, como alimento para el ganado, es su escaso valor nutritivo, caracterizado por su alto contenido fibroso, su bajo conte

nido de proteína y energía digestible, en general tiene baja digestibilidad, lo cual es causada por su elevada lignificación (Carrillo, 1982; Gutiérrez et. al., 1989).

En base a lo anterior, se realizó el presente trabajo cuyos objetivos fueron los siguientes:

- 1.- Determinar diferencias en la digestibilidad in vivo de los nutrientes de la paja de sorgo tratada con soluciones de: cenizas de madera más urea; cenizas de madera más orina, y orina, alimentando a borregos.
- 2.- Determinar la posibilidad de utilizar la orina animal como fuente de amoníaco en forma de urea para elevar el nivel de proteína y aumentar la utilización de la paja de sorgo, por los borregos.

Hipótesis Ho:

No existen diferencias en la digestibilidad de los borregos alimentados con paja de sorgo tratada con soluciones de cenizas de madera más urea; cenizas de madera más orina; y orina, pero se obtienen mayores valores de digestibilidad comparándola con la paja sin tratar.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Utilización de los esquilmos agrícolas como alimento para los rumiantes.

La utilización de esquilmos agrícolas adquiere importancia en el país, ya que la producción de granos está destinada principalmente para el consumo humano, lo cual limita drásticamente el uso de éstos en dietas para ganado. También la falta de granos ha disparado los precios y consecuentemente los costos de producción (Salazar, 1985).

Los rumiantes son los animales que pueden conseguir mayores beneficios a expensas de la paja de los cereales, ya que 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 (Piccioni, 1970; Sánchez, 1976; Flores, 1980).

McDonald et. al., (1979), mencionan que la cantidad de celulosa que es digerida en el rumen depende sobre todo del grado de lignificación de la planta, ya que la lignina es resistente, al ataque de las bacterias y al parecer dificulta la ruptura de la celulosa, con la que va asociada.

La fermentación microbiana en el rumen o panza mantenida por la fibra bruta favorece la síntesis vitamínica y la formación de algunos ácidos volátiles, como son el ácido acético y el ácido butírico.

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 mínimo de 40 - 35% para los henos bastos y las pajas.

En segundo lugar existe una importancia especial ligada a las síntesis protéicas, debidas a las bacterias, de la que obtienen beneficio los protozoarios, aunque por lo menos el 20% del nitrógeno total del contenido del rumen está constituido por los restos de estos microorganismos. Estas proteínas tienen un elevado valor biológico y una gran digestibilidad (Piccioni, 1970).

Cullison (1983), nos menciona que los rumiantes son capaces de utilizar eficientemente materias ricas en fibra, debido a los procesos de fermentación llevados a cabo por la flora microbiana del rumen.

2.2. Composición de los esquilmos y pajas.

Se entiende por paja, al conjunto constituido por tallos, rastrojos y hojas de los cereales después de su maduración (Piccioni, 1970).

Aunque hay diferencias considerables entre los diferentes tipos de paja de un mismo cereal debidas al tiempo de cosecha, duración del almacenaje, altura de corte, etc. (Medrano, 1987).

Bermúdez (1989), menciona que 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.

Cajal (1986), menciona que en el proceso de producción de alimentos y fibras vegetales se obtienen una serie de desechos conocidos genéricamente como esquilmos agrícolas, siendo su digestibilidad muy baja debido al proceso llamado lignificación, el cual es la formación de enlaces, o ataduras físicas y químicas, entre la lignina y los carbohidratos estructurales como la celulosa y la hemicelulosa.

El contenido de lignina en las plantas aumenta durante el período de crecimiento, pero la lignificación se lleva a cabo en las etapas de maduración. Los cambios mencionados anteriormente conducen a una disminución de la digestibilidad de la planta entera (Moya, 1982).

El factor limitante para el uso extensivo de los esquil-

mos, como alimento para el ganado, es su escaso valor nutritivo, caracterizado por su alto contenido fibroso, su bajo contenido de proteína y energía digestible, en general tiene baja digestibilidad (Carrillo, 1982).

La acumulación de lignina es, indudablemente el factor principal que deprime la digestibilidad en todos los forrajes de madurez avanzada (Barnes y Marten, 1979).

De los componentes fibrosos de los alimentos, la lignina es resistente al ataque microbiano, la celulosa es más fácilmente desdoblada y la hemicelulosa es la más digestible de las tres, siempre y cuando estas dos últimas no se encuentren encerradas por lignina (Maynard et. al., 1981).

2.3. Propiedades y composición química de la orina animal.

La orina es esencialmente una solución de los productos del metabolismo nitrogenado y sulfurado, de sales inorgánicas y de pigmentos. Usualmente es de color amarillento; sin embargo, pueden presentarse amplias variaciones normales. El color normal se debe principalmente a la presencia de un pigmento denominado urocromo. El olor es característico para las diferentes especies. En la mayoría de los animales la orina es clara y de una consistencia acuosa cuando se emite. La orina de los rumiantes se vuelve turbia al reposar debido a la precipitación del carbonato cálcico (Dukes, 1973).

El peso específico de la orina varía con la proporción relativa de sustancias disueltas y agua. En general, a mayor volumen, menor es el peso específico (Dukes y Swenson, 1977).

El pH de la orina varía en las diferentes especies y de un tiempo a otro en cada animal, dependiendo de la alimentación y del metabolismo. Los animales carnívoros tienen en general una orina ácida (pH 5 -7), los animales herbívoros, una orina alcalina (pH 7.5 - 8.5), y los animales omnívoros, una orina que es ácida o alcalina, dependiendo de la dieta. La mayoría de los alimentos de origen animal dan lugar a una orina ácida, debido a que contienen un exceso de alimentos acidógenos (azufre, fósforo, cloro), mientras que la mayoría de los alimentos de origen vegetal dan lugar a una orina alcalina debido a que contienen un exceso de elementos alcalógenos (sodio, potasio, calcio, magnesio) (Harvey, 1970; Dukes, 1973).

La cantidad de orina excretada diariamente tiene algunas variaciones debido a la alimentación, el trabajo, la temperatura ambiente, el consumo de agua, la estación y el estado físico del animal. Variando de 0.5 a 2.6 lts. (Dukes, 1973; Agraz, 1984).

La composición química de la orina es muy compleja. Esto no es sorprendente cuando se considera que se forma directamente a partir de la sangre con el fin de que la composición de la última se mantenga constante.

Tres clases de principios tiene la orina; agua, sustancias orgánicas y sustancias minerales. El elemento que existe en mayor cantidad es el agua. Las sustancias orgánicas son la urea, la cual constituye aproximadamente la mitad de los sólidos de la orina (25 gr./lto.). Su excreción está relacionada directamente con la ingestión de proteínas. El ácido úrico, que es el producto final de la oxidación de las purinas, existen 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 (Dukes, 1973; Agraz, 1984).

2.4. Utilización de la urea como fuente de proteínas para los rumiantes.

Debido a que las proteínas son el principal constituyente de los órganos y estructuras blandas del cuerpo animal, se requiere de una provisión abundante y continua de ellas en el alimento durante toda la vida para crecimiento y reposición (Maynard et. al., 1983).

Los compuestos nitrogenados no proteicos como es el caso de la urea son una fuente útil y económica para los rumiantes. Su empleo se basa en la capacidad que tienen los rumiantes para sintetizar proteínas a partir del nitrógeno no proteico por medio de la actividad microbiana ruminal (McDonald et. al., 1979; Cullison, 1983).

Cuando la urea entra en el rumen se descompone rápidamente y da lugar a dos problemas de consideración debido a la excesiva absorción de amoniaco. De esta forma se desperdicia el nitrógeno y se presenta el peligro de una toxicidad fatal (McDonald et. al., 1979). Si se desea un adecuado aprovechamiento de la urea en la alimentación de los rumiantes, sin que haya problemas de intoxicación, es necesario que sea suministrada en combinación con una cantidad adecuada de carbohidratos fácilmente fermentables, los cuales mantengan el pH ruminal por debajo de 6, ya que el amoniaco, al que se debe en realidad la toxicidad de la urea, es más tóxico a pH alto, debido a que la permeabilidad de la pared del rumen es mayor para el amoniaco no ionizado que para el ionizado, que es el que predomina cuando el pH es bajo (McDonald et. al., 1979; Cullison, 1983).

Para evitar el peligro de intoxicación solamente un tercio del nitrógeno de la dieta ha de darse en forma de urea y, siempre que sea posible, en tomas frecuentes y reducidas.

La urea no proporciona al animal ni energía, ni minerales, ni vitaminas, y siempre que se use para reemplazar a fuentes convencionales de proteína hay que tener cuidado de mantener los niveles adecuados de estos nutrientes mediante suplementación adecuada (McDonald et. al., 1979).

2.5. Factores más importantes que afectan la digestibilidad.

La digestibilidad de un alimento se define como la propor

ción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbida. Por lo general se representa por el coeficiente de digestibilidad, que se expresa en porcentaje de materia seca (McDonald et. al., 1979).

1.- Composición química del alimento.- El factor de mayor importancia que influye en la composición de los forrajes es el estado de madurez al momento de la cosecha. Conforme la planta madura; aumenta el contenido de la pared celular, el contenido celular se reduce y la planta se vuelve menos digestible (Maynard et. al., 1983).

La fracción de fibra bruta de los alimentos, proporciona orientación sobre su concentración y su grado de lignificación. Cuando en un alimento determinado aumenta la proporción de fibra bruta, tiene como consecuencia una menor digestibilidad de otros constituyentes que quedan encerrados en el interior de la célula cuyas paredes no atacadas impiden el acceso de las enzimas digestivas (McDonald et. al., 1979; Flores, 1980).

En el caso de los rumiantes, la adición de proteína o de compuestos nitrogenados que puedan ser utilizados por las bacterias, a una ración que tenga una amplia relación nutritiva, aumenta definitivamente el desdoblamiento de los carbohidratos complejos y esto, a su vez, hace más digestibles otros nutrientes. La digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o

bien por falta de absorción completa (Maynard et. al., 1983).

- 2.- Composición de la ración.- La digestibilidad de un alimento no solamente se ve afectada por su propia composición, sino también por la de otros alimentos consumidos al mismo tiempo, por ejemplo, un exceso de hidratos de carbono solubles en la dieta disminuye la digestión de la celulosa (McDonald et. al., 1979).
- 3.- Procesamiento de los alimentos.- Los tratamientos más comunes a que se someten los alimentos antes de ser administrados son trocearlos y molerlos. Con objeto de obtener la digestibilidad máxima.

Los voluminosos molidos atraviesan el rumen con mayor velocidad que los materiales largos o troceados y sus componentes fibrosos pueden no fermentar por completo. La influencia que ejerce la molienda sobre la ingesta voluntaria y la digestibilidad, dependerá de qué tanto modifique ésta el tiempo de retención y la tasa de degradación de los alimentos en el tracto digestivo.

- 4.- Nivel de ingestión.- Se define como la cantidad de alimento que el animal necesita para mantenimiento. Un aumento de la cantidad de comida ingerida por un animal hace que la velocidad de paso de la ingesta sea mayor y por lo tanto menor el tiempo durante el que está expuesta a la acción de las enzimas, lo que puede ocasionar una disminución de la digestibilidad, mientras que cuando se reduce

la ingestión de alimento por debajo del nivel de mantenimiento, los animales tienden a ser más eficientes en la digestión de alimentos y en el aprovechamiento de nutrientes. Cuando los rumiantes son alimentados sólo a base de forrajes, el nivel de ingesta tiene poca influencia sobre la digestibilidad, pero la influencia se hace mayor conforme se aumenta la proporción de concentrados en la ración total (McDonald et.al., 1979; Maynard et.al., 1983).

2.6. Alternativas para mejorar el aprovechamiento de los esquilmos agrícolas por los rumiantes.

En los últimos años se ha despertado interés por el estudio de los métodos para tratar esquilmos agrícolas, cuya finalidad es mejorar su digestibilidad y aumentar el consumo por parte de los animales rumiantes, los cuales logran una mayor eficiencia de dichos alimentos fibrosos (Flores, 1983; Jiménez y Shimada 1984; Bermúdez, 1989).

El factor limitante para el uso extensivo de los esquilmos, como alimento para el ganado es su escaso valor nutritivo, caracterizado por su alto contenido fibroso, su bajo contenido de proteína y energía digestible, en general tiene baja digestibilidad (Carrillo, 1982; Llamas et. al., 1986; Medrano, 1987; Bermúdez, 1989).

Podemos considerar que existen diferentes técnicas para el mejoramiento del valor nutritivo de los esquilmos agrícolas dentro de los cuales está la suplementación (Benítez, 1984;

Bermúdez, 1989), y los más conocidos son los tratamientos físicos, biológicos y químicos (Flores, 1986; Medrano, 1987).

2.6.1. Suplementación

Un suplemento es un alimento o mezcla de alimentos que se utiliza junto con otro para mejorar el equilibrio nutritivo o el rendimiento del total. Los alimentos de este tipo poseen gran cantidad de proteína, de algún elemento mineral, o de una vitamina en particular (Crampton y Harris, 1974).

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, debemos establecer una secuencia de los factores limitantes en la dieta. Se menciona que los residuos agrícolas son deficientes en nitrógeno y minerales. Los suplementos que se utilicen para forrajes de baja calidad deben reunir una o más de las siguientes características:

- La fuente de nitrógeno proporcionada, orgánica o inorgánica, debe 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 ruminal 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 debe contener macrominerales, elementos trazas y vitaminas.

En la medida que el suplemento cumpla con alguno o todos los puntos establecidos anteriormente, podremos observar un mayor consumo de los residuos por parte del animal (Bermúdez, 1989).

2.6.2. Tratamiento físico.

Los tratamientos más comunes son el picado y la molienda, usándose más frecuentemente la molienda.

La razón de picar el forraje es, algunas veces, la mala calidad de éste y disminuir las pérdidas de las proporciones menos palatables porque los animales se niegan a tomarlas (Bermejo, 1971; Church, 1974).

La molienda tiene por objeto disminuir el tamaño de partícula del residuo e incrementar la superficie de exposición del forraje a la acción de los microorganismos del rumen, que mejoraría la digestión de este alimento, reduce el tiempo de exposición a la flora ruminal y como consecuencia una menor digestibilidad.

En comparación con el suministro de rastrojos enteros la molienda aumenta en 15-20% el porcentaje de utilización ya que reduce la selectividad de los animales. Además en animales jóvenes o pequeños se observa una mayor respuesta al tratamiento físico del forraje que en los animales mas viejos o grandes (Medrano, 1987; Bermúdez, 1989).

2.6.3. Tratamiento biológico.

Consiste en la utilización de hongos que degraden la lignina, pero no la celulosa o hemicelulosa, ya que éstas la utilizan con bastante eficiencia los rumiantes. Han resultado bastante eficientes los "hongos de las podredumbres blancas", que degradan mayores cantidades de lignina que de celulosa. 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 rumiantes (Flores, 1986).

Doyle (1982), señala que 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.

2.6.4. Tratamiento químico.

De las técnicas que han sido empleadas hasta la fecha, las que han mostrado mejores resultados son los métodos quími-

cos, en especial aquellos con base en sustancias alcalinas (Martínez et. al., 1985).

En términos generales el método de acción de los álcalis es a través de la ruptura de las barreras que imponen las uniones con lignina en la pared celular y lograr una mayor disponibilidad de celulosa y hemicelulosa para la fermentación por los microorganismos ruminales (Jiménez y Shimada, 1984; Bermúdez, 1989).

El tratamiento de pajas y rastrojos con álcalis disminuye marcadamente el porcentaje de paredes celulares, aumentando con esto el contenido celular del material tratado o incrementando el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad, encontrándose en la mayoría de los casos un efecto benéfico en cuanto al consumo voluntario, la digestibilidad y la ganancia de peso (Klopfenstein, 1978; Jiménez y Shimada, 1984).

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

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

De entre los muchos compuestos químicos que se han probado, los más socorridos han sido el hidróxido de sodio y los ál

calis nitrogenados (hidróxido de amonio, anhídrido y urea); en los últimos años se han experimentado con el ozono (O_3), el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y las cenizas de madera (Shimada, 1987).

Actualmente los álcalis más comúnmente usados son: el hidróxido de sodio (NaOH) y el tratamiento con amoníaco (NH_3) (Moya, 1982; Medrano, 1987).

Medrano (1987), menciona que el tratamiento de los esquilmos agrícolas con hidróxido de sodio (NaOH) aumenta su digestibilidad, aumenta la tasa de pasaje o disminución del tiempo de retención en el rumen de las paredes celulares y al igual que Moya (1982), menciona que el consumo voluntario es más alto en comparación con los esquilmos sin tratar.

Benítez et. al., (1984), en un estudio donde evaluaron el consumo, digestibilidad y balance de nitrógeno 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 6gr de NaOH/100gr de materia seca.

Flores (1983), menciona que el tratamiento de pajas con hidróxido de sodio si mejora, la digestibilidad de la paja, pe

ro la principal desventaja es que el material tratado debe lavarse para eliminar el residuo de dicho álcali que es tóxico para el animal que lo consume y a la vez los desechos de esta solución crean serios problemas de contaminación, agravándose el problema en áreas con baja precipitación y susceptibles de salinidad.

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

El método de la "amonificación" que se empezó a utilizar a partir de 1972, se realiza 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 (Flores, 1986).

Este método tiene como ventajas el aumentar el nitrógeno no proteínico, no presentar álcalis residuales ya que el exceso de amoníaco se volatiliza después del tratamiento y no afecta el balance de minerales, también evita la formación de hon-

gos en forrajes húmedos, tiene un efecto benéfico sobre el consumo voluntario y respuesta animal. No requiere de gran cantidad de agua, la cual es muy escasa en muchos lugares donde abundan los esquilmos agrícolas. Por otro lado es económico y práctico ya que no necesita de equipo costoso y pueda efectuarse en las instalaciones de la explotación pecuaria.

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.

El amoniaco es una base más débil que el hidróxido de sodio por lo que no se logra un mejor grado de digestibilidad, además cuando la paja se almacena muy húmeda retiene amoniaco que puede ser tóxico para los animales y limita su consumo (Martínez et. al., 1985; Flores, 1986; Medrano, 1987).

Recientemente se ha comenzado a emplear soluciones de cenizas de madera ya que aumentan la digestibilidad de los residuos, dicho método podría ser accesible desde el punto de vista del costo del álcali. Sin embargo, tiene la desventaja de que los residuos deben remojar durante varias horas en la solución mencionada (Nolte et. al., 1987; Shimada, 1987).

Nolte et. al., (1987), llevaron a cabo un estudio para determinar la digestibilidad de la paja de trigo, tratada con soluciones alcalinas preparadas al 30% de cenizas de madera, paja tratada con un 4% de NaOH y paja no tratada, en ganado ca-

prino.

Encontrándose que los valores de digestibilidad de la materia seca, fibra neutra detergente y fibra ácido detergente fueron mayores para la paja tratada con soluciones preparadas con cenizas de madera en comparación con las dietas que contenían paja tratada con un 4% de NaOH y paja sin tratar. Para la digestibilidad de la materia orgánica no hubo diferencia entre las dietas que contenían paja tratada con solución al 30% de cenizas de madera y paja tratada con un 4% de NaOH, sin embargo ambas fueron mayores que la dieta sin tratar. También encontraron que el consumo de materia seca de la paja tratada con la solución de cenizas fue mayor en comparación con las otras dos dietas. Concluyendo que la paja de trigo tratada con soluciones alcalinas de cenizas de madera, aumenta la utilización de la fibra por los rumiantes.

En otro estudio realizado por Garza y Ramírez (1989), analizaron 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.

Los valores encontrados para la digestibilidad de la MS y MO fueron mayores para la paja tratada a un nivel de 20% de cenizas de madera y obteniendo el valor más bajo el nivel del 30%, mientras que para la digestibilidad de la proteína no se encontraron cambios significativos. Los valores más altos correspondientes a la digestibilidad de FDA y FDN fueron obtenidos

cuando la paja fue tratada con un nivel de 20% de cenizas de madera, mientras que para el tratamiento testigo se obtuvieron los valores más bajos. En cuanto a la digestibilidad *in vitro* de la MS y MO no fue modificada significativamente por el tratamiento con soluciones alcalinas de cenizas 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.

En previa investigación sobre digestibilidad con ovejas Saadullah et. al., (1980), optaron por utilizar la orina animal como fuente de amoniaco para tratar la paja de arroz y así determinar el efecto de la orina sobre la paja. 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 obtuvieron de la paja tratada con orina son, la proteína cruda contenida en la paja fué aumentada de 3.3% a 5.6%. La digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y fibra cruda, aumentó de 38%, 45% y 56% a 51%, 55% y 62% respectivamente. Esto los llevó a concluir que la orina animal parece ser tan eficiente como cualquier otra fuente de amoniaco en el tratamiento de las pajas fibrosas.

En otro estudio Haque et. al., (1983), evaluaron el comportamiento de ganado alimentado con paja de arroz tratada con orina animal como fuente de amoniaco. Esto 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 amoníaco.

Llegando a la conclusión que no se registraron efectos adversos en la salud de los animales alimentados con paja tratada con orina. En lo referente a ganancias de peso en vivo con la paja tratada con amoníaco, utilizando urea y orina como una fuente (162 y 171 g/d) respectivamente fueron significativamente mayores ($P < 0.01$) que 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. Con una altitud de 393 msnm. y está situado entre los 25°52' de latitud norte y 100°03' de longitud oeste. Su clima se clasifica como BWwh (semiárido), con una temperatura media anual de 21°C y una precipitación promedio de 573 mm. en los últimos 10 años.

3.1. Preparación del tratamiento de la paja de sorgo tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) mas orina animal, así como la elaboración de la ración.

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.

El primer manejo que se realizó a las cenizas fue el de cribarlas con una malla de 0.5 cm para quitar impurezas y material que no se incineró totalmente, una vez realizado esto se tomó una muestra de cenizas para ser analizadas en el espectrofotómetro de absorción atómica y así obtener la concentración de P, Ca, Mg, Na y K. Los resultados del análisis se muestran en el Cuadro 1.

En la preparación de la solución alcalina de cenizas de madera a una concentración del 20%, se utilizaron 6 tambos con una capacidad de 200 lts., en los cuales se vertieron 120 lts.

de agua potable en cada tambo, el agua fué obtenida del municipio de Marín, N.L. a la cual se le determinó su concentración mineral (Cuadro 1) utilizando el mismo método que para las cenizas, posteriormente fueron agregadas 30 Kg. de cenizas (cribadas) a cada tambo y después se agitó manualmente (con una pala) por espacio de 30 minutos el contenido de cada tambo, la finalidad es permitir la formación de sales (cloruros) los cuales actuarán sobre la paja.

Dicha solución se dejará reposar por un tiempo de 18 hrs. con la finalidad de que las cenizas se decanten, ya que la solución sobrenadante es la que se utilizará para humedecer la paja de sorgo.

Para saber el aumento en el contenido de proteína cruda de la paja de sorgo, ésta fué analizada antes de ser tratada para saber su contenido de proteína y compararla con la paja ya tratada con solución de cenizas y orina (Cuadro 2) .

Transcurridas las 18 horas; se tomó una muestra general de la solución preparada de cenizas de madera para determinarle su pH y su concentración de Na y K (Cuadro 1), después se procedió a humedecer la paja (picada) de la siguiente manera; en una pila de concreto con una capacidad de 1000lts., se colocaron 50 kg. de paja de sorgo, luego se le adicionó el sobrenadante de los tambos hasta que cubrió totalmente el nivel de la paja, cuidando que la solución no tuviera residuos de cenizas, ya que éstas se pueden seguir utilizando.

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

Concepto	M i n e r a l e s					pH
	Na	K	Ca	P	Mg	
Cenizas	129,831.8	395,841.0	172,641.6	485.1	87,575.8	
Agua	1,537.6	7,473.8	1,654.1	721.0	1,187.2	
SACM ^a (20%)	15,061.0	52,239.3				10.4
SACM-Urea ^b	8,248.8	54,251.4				11.3

a = Solución alcalina de cenizas de madera al 20%.

b = Solución alcalina de cenizas de madera al 20% diluida con urea.

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

Después de las 6 hrs. que se dejó remojar la paja de sorgo, se desaguó la pila y posteriormente se procedió a sacar y extender la paja sobre un hule para que se secase al aire libre.

Una vez seca la paja de sorgo tratada con cenizas de madera se procedió a tratarla con orina, la cual se obtuvo de experimentos anteriores con borregos y chivos confinados en jaulas metabólicas; previo a esto se tomó una muestra general de la orina con 0.408% de nitrógeno y en base a esto saber la cantidad de litros que se utilizarían para este tratamiento. En total se utilizaron 106 lts. con una relación orina:paja fué de 2.1 lts. de orina por 1 kg. de paja.

Después de rociar la paja con orina, se revolvió bien ésta con la finalidad de obtener una distribución más uniforme de la orina y posteriormente se tapó por un tiempo de 14 días, para que no se escapara el nitrógeno, pasado dicho tiempo la paja se destapó y se extendió para que se secase.

Ya seca la paja tratada con cenizas de madera más orina, se procedió a elaborar la ración (paja tratada más concentrado) de la siguiente manera: primero se extendió la paja en el sue-

Cuadro 2. Análisis químico de la paja de sorgo sin tratar y tratada que se utilizó en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos.

Concepto ¹	Material			
	PST ^a	PTSAOM+U ^b	PTSAOM+O ^c	PTO ^d
Materia Seca, (%)	89.7	92.1	90.2	90.9
Materia Orgánica, (%)	76.9	81.7	78.8	78.8
Cenizas, (%)	23.1	18.3	21.2	21.2
Proteína cruda, (%)	5.1	4.8	6.7	9.8
Fibra Detergente Neutro, (%)	70.1	73.2	61.3	61.5
Fibra Detergente Acido, (%)	42.3	50.5	48.1	46.6

1.- Base Seca.

a.- Paja de sorgo sin tratar.

b.- Paja de sorgo tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) y urea.

c.- Paja de sorgo tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) y orina

d.- Paja de sorgo tratada con orina animal.

lo, luego se disolvió la melaza en agua (10 lts), para posteriormente adicionarla en forma de rociado a la paja, la cual se mezcló varias veces para lograr una distribución más uniforme de la melaza, después se adicionó el concentrado (grano), espolvoreándolo sobre la paja humedecida anteriormente por melaza, nuevamente se dejó secar totalmente para después proceder a colocarla en costales previamente identificados.

El Cuadro 3 muestra los ingredientes y sus porcentajes utilizados para complementar los diferentes tratamientos, siendo la paja, la base de dichos tratamientos.

3.2. Preparación del tratamiento de la paja de sorgo tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) mas urea, así como la elaboración de la ración.

La solución alcalina de cenizas de madera (20%) se preparó de la misma forma que al procedimiento descrito anteriormente, la variación es que primero se colocó la solución alcalina de cenizas de madera en la pila (cap. 1000 lts.), posteriormente se agregó el equivalente al 2% de urea en base a 50 Kg. de paja de sorgo que se utilizaron y se agitó la solución hasta que se disolvió completamente la urea. Después se tomó una muestra general de esta solución para posteriormente determinarle su pH y la concentración de sodio y potasio (Cuadro 1), en seguida se colocaron los 50 Kg. de paja compactándolos hasta quedar completamente cubiertos por la solución y se dejó así por espacio de 6 horas, transcurrido este tiempo la pila

Cuadro 3. Ingredientes y porcentajes con los que se elaboraron las raciones utilizadas en la prueba de digestibilidad in vivo de borregos.

Ingredientes ¹	Raciones (% tal como ofrecido)			
	RT ^a	RSACM+U ^b	RSACM+O ^c	RO ^d
Paja de sorgo sin tratar.	85			
Paja de sorgo tratada al 20% con SACM y Urea.		85		
Paja de sorgo tratada al 20% con SACM y orina.			85	
Paja de sorgo tratada 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.

b.- Ración con paja tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) y urea.

c.- Ración con paja tratada con solución alcalina de cenizas de madera (20%) y orina.

d.- Ración con paja tratada con orina animal.

se desaguó y se sacó la paja para extenderla sobre un hule para secarse al aire libre y una vez seca se preparó la ración de igual forma a la descrita en el procedimiento anterior.

3.3. Preparación del tratamiento de la paja de sorgo con orina animal, así como la elaboración de la ración.

La orina se obtuvo por medio de colectas diarias de borregos y chivos confinados en jaulas metabólicas de experimentos anteriores de la cual se tomó una muestra que contenía 0.408% de nitrógeno siendo su pH de 7.

En este tratamiento primero se le determinó el % de proteína cruda a la paja de sorgo y en base a dicho % obtenido se adicionó la cantidad de orina necesaria para elevar el contenido de proteína cruda de la paja a un 10% en base a 50 Kg. de dicha paja, para esto ya se le había determinado también el % de proteína cruda a la orina.

La orina se aplicó en forma de rociado, y para obtener una distribución más uniforme de la misma se revolvía constantemente la paja, una vez aplicados los últimos litros del total que fueron 106 lts. a 50 Kg. de paja de sorgo, ésta se tapó por un tiempo de 14 días y transcurrido este tiempo se destapó y se extendió para que se secara al aire libre.

Se obtuvo una relación orina:paja de 2.1 lts. de orina por /Kg. de paja. Una vez seca la paja se procedió a la elaboración de la ración, de igual forma que en los tratamientos anteriores.

Cuadro 4. Composición química de las raciones conteniendo paja de sorgo tratada y sin tratar.

Concepto ¹	R a c i o n e s			
	RT ^a	RSACM+U ^b	RSACM+O ^c	RO ^d
Materia Seca (% MS)	93.9	94.3	93.7	92.9
Materia Orgánica (% MO)	91.3	84.9	80.3	79.5
Cenizas (%)	8.7	15.1	19.7	20.5
Proteína Cruda (% PC)	9.8	8.1	12.4	11.7
Fibra Detergente Neutro (% FDN)	63.3	61.7	52.2	50.3
Fibra Detergente Acido (% FDA)	41.3	44.2	42.4	39.7

1.- Base seca.

a.- Ración testigo.

b.- Ración con paja de sorgo tratada con 20% de solución de cenizas de madera y urea.

c.- Ración con paja de sorgo tratada con 20% de solución de cenizas de madera y orina.

d.- Ración con paja de sorgo tratada con orina animal.

3.4. Preparación de la ración testigo.

En este tratamiento consistió de 50 Kg. de paja de sorgo que no fué tratada, para posteriormente elaborar la ración, del mismo modo como fue descrito en los tratamientos anteriores, la diferencia es que se le agregó el 1% de urea.

3.5. Prueba de digestibilidad.

Se utilizaron 12 borregos castrados de diferentes razas, con un peso promedio de 28 Kg. Estos animales fueron aleatorizados asignándose 3 por tratamiento para ser alimentados con cuatro raciones diferentes y colocarlos en jaulas metabólicas.

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

Durante la etapa de adaptación, la alimentación fue de pequeñas cantidades hasta que los animales llegaron a consumir el equivalente al 3% del peso vivo del animal, el cual se mantuvo así durante la segunda etapa de la prueba. El alimento se proporcionó en dos porciones iguales al día (8:00 y 16:00 horas) mientras que el agua se proporcionó a libre acceso.

Durante el período de colección de heces, estas fueron colectadas en su totalidad una vez al día, obteniendo el peso de las heces para cada animal, posteriormente se tomó una muestra de 100 grs por animal y se colocó en una bolsa de plástico pre

viamente identificada y se almacenó en un refrigerador a una temperatura de 0 a 4°C. Al final de los 5 días de muestreo las muestras se mezclaron y se obtuvo una muestra de 500 grs. por animal.

También en esta fase se tomaron muestras diarias del alimento ofrecido de cada ración, para así obtener una muestra representativa de cada tratamiento al término de esta fase, así mismo se pesó y colectó el alimento rechazado diario para determinar si la proteína cruda (A.O.A.C., 1975), se consideraba como alimento o como heces fecales. No hubo rechazo del alimento ofrecido durante este período.

Transcurridos los cinco días de colección, las heces se descongelaron hasta obtener una temperatura ambiente, para después colocarlas en bolsas de papel e introducirlas a una estufa (55°C) durante tres días y así determinar la materia seca parcial (MSP). Posteriormente se molieron las muestras de heces, así como los de las raciones en un molino (Wiley) y después fueron almacenados en recipientes de plástico previamente identificadas para ser analizadas posteriormente.

Las heces fecales y las muestras de alimento se pusieron en una estufa de secado (105°C) durante 24 horas, con el objeto de determinar su materia seca (M.S.). La materia orgánica (M.O.) se determinó incinerando las muestras en una mufla a 600°C (A.O.A.C., 1975). La proteína cruda (P.C.) se determinó multiplicando 6.25 por la concentración de nitrógeno que se

obtuvo por medio del método Kjeldahl (A.O.A.C., 1975). La fibra detergente ácido (F.D.A.) y la fibra detergente neutro (F.D.N.), se determinó 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).

3.6. Análisis estadístico

Los coeficientes de digestibilidad y el consumo de MS, MO, PC, FDA y FDN para cada tratamiento, fueron comparados bajo un diseño completamente al azar. Las medias de consumo y digestibilidad se compararon por medio de la técnica diferencia mínima significativa (DMS) (Steel y Torrie, 1980).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Consumo de nutrientes

El peso promedio y el consumo de alimento de los borregos durante el período de colección se muestran en el Cuadro 5. En el consumo de MS, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$), siendo los valores mayores para las raciones que contenían la paja de sorgo tratada, los cuales son de 26.4, 28.3, 28.1, y 27.9 g/Kg/día, para el testigo (sin tratar), paja tratada con 20% SACM + urea, paja tratada con 20% SACM + orina y la paja tratada con orina animal, respectivamente. También se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo de MO, resultando mejor para las dietas, testigo (sin tratar) y la tratada con 20% SACM + urea, con un consumo de 23.0 y 24.0 g/Kg/día respectivamente, en comparación a 22.6 y 22.1 g/Kg/día para los borregos que consumieron las dietas de paja tratada con 20% SACM + orina y la paja tratada con orina animal respectivamente. En el consumo de PC fué diferente ($P < 0.05$) resultando mejor para los borregos que consumieron la paja tratada con 20% SACM + orina con un consumo de 3.4 g/Kg/día en comparación a 2.9, 2.3 y 3.2 g/Kg/día, para los borregos que consumieron las dietas, testigo (sin tratar), paja tratada con 20% SAMC + urea y la paja tratada con orina animal, respectivamente. Para el consumo de FDN también hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, resultando mejor el testigo (sin tratar) con un consumo de 18.5 g/kg/día, en comparación a 17.4, 14.7 y 14.0 g/Kg/día, para los

borregos que consumieron las dietas; paja tratada con 20% SACM + urea, paja tratada con 20% SACM + orina y la paja tratada con orina animal, respectivamente. También para el consumo de FDA se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, resultando mejor para la paja tratada con 20% SACM + urea, con un consumo de 12.5 g/Kg/día, en comparación a 10.9, 11.9 y 11.0 g/Kg/día, para los borregos que consumieron las dietas testigo (sin tratar), paja tratada con 20% SACM + orina y la paja tratada con orina animal, respectivamente.

En base a los datos obtenidos; se observó una notable mejoría en los consumo de MS, PC y FDA, en los animales que fueron alimentados con dietas que contenían paja de sorgo tratada, esto nos indica que la palatabilidad de la paja no es afectada al ser tratada con soluciones alcalinas de cenizas de madera, urea y orina animal.

Nolte et. al., (1987), encontraron que en cabras consumiendo paja de trigo tratada con 30% SACM, 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.

Por otra parte Garza y Ramírez (1989), trabajando con paja de sorgo tratada con SACM (0, 10, 20 y 30%) consumidas por

Cuadro 5. Peso promedio inicial y consumo de alimento de los borregos consumiendo raciones conteniendo paja de sorgo tratada y sin tratar.

Concepto	Raciones - Tratamientos				EE ¹
	RT ²	RSACM+U ³	RSACM+O ⁴	RO ⁵	
Peso inicial, Kg.	27.3	28.9	29.0	26.4	4.0
Consumo:					
Materia seca, g/d	721.3	819.1	816.5	735.0	112.4
Materia seca, g/Kg/d	26.4 ^b	28.3 ^a	28.2 ^a	27.9 ^a	0.2
Materia orgánica g/d	630.1	694.9	655.5	583.8	95.1
Materia orgánica g/Kg/d.	23.1 ^{ab}	24.0 ^a	22.6 ^b	22.1 ^b	0.3
Proteína cruda, g/d	81.6	66.6	101.3	85.8	10.9
Proteína cruda, g/Kd/d	3.0 ^c	2.3 ^d	3.5 ^a	3.3 ^b	0.03
Fibra Detergente neutro, g/d	506.1	505.1	426.4	370.0	65.8
Fibra detergente neutro, g/Kg/d	18.5 ^a	17.5 ^b	14.7 ^c	14.0 ^d	0.1
Fibra detergente ácido, g/d	300.1	361.7	346.3	291.5	48.1
Fibra detergente ácido, g/Kg/d	11.0 ^c	12.5 ^a	11.9 ^b	11.0 ^c	0.03

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).

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%).

4.2. Digestibilidad de los nutrientes.

La digestibilidad in vivo de la MS (Cuadro 6) mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$) correspondiendo el valor más alto para los borregos que consumieron la paja de sorgo tratada con 20% SACM + urea con 62.0%, seguido de los tratamientos con orina y el testigo con 58.4 y 51.7% respectivamente, obteniendo el valor más bajo el tratamiento con 20% SACM + orina con 47.6%. Para la digestibilidad in vivo de la MO hubo una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, correspondiendo el valor más alto para los borregos que consumieron la paja de sorgo tratada con 20% SACM + urea con 64.3%, seguido del tratamiento con orina y el testigo con 57.3 y 51.9% respectivamente, quedando por último el tratamiento con 20% SACM + orina con 47.8%. Mientras que la digestibilidad in vivo de la PC también se observó, una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos, con una tendencia diferente a los resultados anteriores, es decir el tratamiento testigo tuvo la mejor digestibilidad de 66.6%, seguido del tratamiento con 20% SACM + urea con 51.6% y el tratamiento con orina con 48.5% obteniendo el valor más bajo para el tratamiento con 20% SACM + orina con 39.2%. En cuanto a la digestibilidad in vivo de FDN, también se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre

los tratamientos correspondiendo el valor más alto para el tratamiento con 20% SACM + urea con 66.4%, seguido del tratamiento con orina con 60.5% y el testigo (sin tratar) con 55.2, quedando en último lugar el tratamiento con 20% SACM + orina con 51.2%. Sin embargo la digestibilidad in vivo de FDA de los buecos que consumieron paja de sorgo tratada con 20% SACM + urea fue significativamente mayor ($P < 0.05$) con un valor de 61.3%, en comparación con los valores de 52.4 y 48.6% de los tratamientos con orina y el tratamiento testigo respectivamente, mientras que el tratamiento con 20% SACM + orina obtuvo el valor más bajo con 43.8%.

Con los resultados obtenidos se puede observar como la digestibilidad de la MS, MO, FDN y FDA obtuvieron un incremento significativo cuando la paja de sorgo fue tratada con 20% SACM + urea y el tratamiento con orina animal, esto indica poder obtener mejores resultados en la utilización de los nutrientes de la paja al ser tratada a diferencia de darla sin ningún tratamiento a los animales.

La digestibilidad in vivo de la PC se vio considerablemente reducida en los tratamientos con RSACM+0 y RO, lo que indicaría que el N de la orina tiene muy baja utilización por los microbios en el rumen. Además la orina tiene una tendencia a reducir el efecto de las cenizas de madera sobre la digestibilidad de la fibra, pues como se observa en el tratamiento solo con orina, si se incrementó la digestibilidad de la fibra (FDA y FDN), comparado con la ración testigo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Digestibilidades aparentes (%) de los borregos alimentados con paja de sorgo tratada y sin tratar.

Concepto ¹	Raciones - Tratamiento				EE ²
	RT ³	RSACM+U ⁴	RSACM+O ⁵	RO ⁶	
Materia seca	51.7 ^{bc}	62.0 ^a	47.7 ^c	58.5 ^{ab}	2.3
Materia orgánica	51.9 ^{bc}	64.3 ^a	47.8 ^c	57.4 ^{ab}	2.7
Proteína cruda	66.6 ^a	51.7 ^b	39.2 ^c	48.6 ^b	2.6
Fibra detergente neutro (FDN)	55.2 ^{bc}	66.5 ^a	51.2 ^c	60.5 ^{ab}	2.3
Fibra detergente ácido (FDA)	48.6 ^{bc}	61.3 ^a	43.8 ^c	52.4 ^b	2.2

1.- Base seca.

2.- Error estandar, 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)

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.

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

Garza y Ramírez (1989), encontraron que la paja de sorgo tratada 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 paja de sorgo no tratada.

5. CONCLUSIONES

- 1.- El consumo de MS fue mejor ($P < 0.05$) para la paja de sorgo que fue tratada, también hubo mejorías ($P < 0.05$) para el consumo de MO y FDA con el tratamiento de 20% SACM+urea, de igual manera se obtuvo un mejor resultado ($P < 0.05$) para el consumo de PC, al tratar la paja con 20% SACM+orina, así como hubo una mejoría ($P < 0.05$) en el consumo de FDN para la ración testigo. Concluyendo que no hubo rechazo por parte de los borregos al consumir la paja de sorgo tratada con orina animal.
- 2.- Las digestibilidades in vivo de la MS, MO, FDN y FDA obtuvieron los mejores incrementos, cuando la paja de sorgo fue tratada con 20% SACM+urea y orina sola.
- 3.- El nitrógeno (N) contenido en la orina tuvo muy poca utilización por los microbios de los borregos. Además, la acción saponificante de las cenizas de madera sobre la paja de sorgo, se vió reducida cuando se agregó orina al tratamiento.
- 4.- En base a los incrementos obtenidos en la digestibilidad de los diferentes nutrientes, se sugiere remojar la paja de sorgo con soluciones alcalinas de cenizas de madera al 20% mas urea y utilizarse en la elaboración de raciones para alimentar rumiantes menores.

5.- En caso de tener un método adecuado de recolección de orina, se sugiere remojar la paja como una forma para reciclar el nitrógeno excretado en la orina por 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 la carretera Zuazua - Marín Km. 17, en el municipio de Marín, N.L. México. Las cenizas se obtuvieron de restaurantes y panaderías ubicadas en Monterrey y Marín, N.L., ya en el campo experimental éstas se manejaron para el tratamiento de la paja y se les analizó su concentración mineral. Al igual la orina que se utilizó en el tratamiento de la paja de sorgo 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., los cuales fueron aleatorizados (3 por tratamiento) bajo un diseño completamente al azar. Fueron colocados en jaulas metabólicas durante 15 días y alimentados con cuatro raciones-tratamiento diferentes. La paja de sorgo sin tratar fue el testigo. Las raciones-tratamiento contenían 85% de paja de sorgo, tratada con 20% SACM+urea, 20% SACM+orina y tratada con orina animal, los ingredientes complementarios fueron, 8% de harina de soya, 5% de melaza, 2% de grano de sorgo y 1% de urea. 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, mientras que en la etapa de colección (5 días) se obtuvieron muestras diarias del alimento (ofrecido-rechazado) y también de las heces fecales, a las cuales se les determinó MS, MO, PC, FDN y FDA. Al realizar la evaluación de los resultados, el consumo de la MS, MO y FDA resultó mejor ($P < 0.05$)

para la paja tratada con 20% SACM+urea, mientras que el consumo de PC resultó mejor ($P < 0.05$) para la paja tratada con 20% SACM+orina, y encontrándose un valor mayor ($P < 0.05$) para el consumo de FDN en la ración testigo. En cuanto a la digestibilidad in vivo de la MS, MO, FDN y FDA resultó mejor ($P < 0.05$) para la paja tratada con 20% SACM+urea y tratada con orina animal, mientras que la digestibilidad de la PC resultó mejor ($P < 0.05$) para la ración testigo. El tratamiento con cenizas de madera mas urea y con orina a la paja, resultó en un incremento en la utilización de la fibra por los borregos.

7. BIBLIOGRAFIA

- Agraz, G.A. 1984. Caprinotecnia I. Edit. Limusa. México. pp. 524-525.
- A.O.A.C., 1975. Official Methods Of Analyses Association of Official Analitica Chemists, 13th edition, Washington, D.C.
- Barnes, R.F. y G.C. Marten. 1979. Recent developments in predicting forage quality. J. Anim. Sci. 48:1554-1561.
- 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, digestibilidad y balance de nitrógeno en ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio. Revista Chapingo. México. N^o 43-44. pp. 167-170.
- Bermejo, Z.A. 1971. Alimentación del ganado. Ministerio de Agricultura.
- Bermúdez, E.J. 1989. Alternativas de mejoramiento del uso de esquilmos agrícolas para la alimentación de ovinos. Memorias del II Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí, México. pp. 55-61.
- Cajal, M.C. 1986. En: Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. AMENA. México. pp. 61-70.
- Carrillo, M. 1982. Vigoroso Potencial Forrajero de los Esquilmos (I). Cebú VIII (6) pp. 52, 53, 60.

- Crampton, E.W. y L.E. Harris. 1974. Nutrición Animal Aplicada Edit. Acribia. Zaragoza. pp. 14-19.
- Cullison, A. 1983. Alimentos y alimentación de animales. 1a. Edición. Edit. Diana. México. pp. 81 y 86-88.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 3. Nutrición Práctica. Acribia. España.
- Doyle, P.T. 1982. Review of treatment of fibrous roughages in south - east Asia. En: M.G. Jackson. 1982. (Editor). Maximum Livestock Production From Minimum Land. Bangladesh Agricultural University Mymensingh, Bangladesh. pp. 111-120.
- Dukes, H.H. 1973. Fisiología de los animales domésticos. 3a. Edición, Edit. Aguilar. pp. 470-473.
- Dukes, H.H. y M.J. Swenson. 1977. Fisiología de los animales domésticos. Tomo I. Edit. Aguilar. pp. 1030 y 1031.
- Flores, M.J. 1980. Bromatología animal. 2a. edición. Edit. Limusa. México., pp. 444-445.
- Flores, M.F. 1983. Utilización de esquilmos y subproductos agroindustriales en la producción animal. Revista mexicana de producción animal. 15:63-69.
- Flores, M.J. 1986. Manual de la alimentación animal. Vol. 3. Edit. Ciencia y Técnica, S.A. pp. 528-530.
- García, J.L. 1982. Esquilmos: menor costo de crianza y engorda. Cebú. VIII (7) pp. 11-16.

- 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 del II Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí, México.
- Goering, H.K. y F.J. Van Soest. 1970. Forages fiber and analyses apparatus, reagents, procedures, and some applications. U.S.D.A. - A.R.S. Handbook N° 379.
- Gutiérrez, L.H., A. Aguilera B, E. Alcántara S., J. Juárez A. y F. Pérez - Gil, R. 1989. Digestibilidad, parámetros de fermentación y cinética ruminal de ovinos alimentados con rastrojo de maíz tratado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y NH_3 anhidro. Memorias del II Congreso Nacional de Producción Ovina, San Luis Potosí, México. pp. 73-75.
- 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.
- Harvey, G.D. 1970. Bioquímica para estudiantes de veterinaria. 1a. edición. Edit. Hispano-Americana. México. pp. 234-245.
- 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.
- Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841-848.
- 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 hi

dróxido de sodio (NaOH). Tec. Pec. Méx. 51:68-79.

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

Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Mc Graw-Hill. México.

Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1983. Nutrición Animal. Séptima edición, Edit. Mc Graw-Hill. México. pp. 34-36, 153 y 175-176.

McDonald, P., R. A. Edwards y J.F.D. Greenhalgh. 1979. Nutrición animal 2a. edición. Edit. Acribia. Zaragoza, España. pp. 138-142, 145-146, 190-196.

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. Loerch y C.F. Parker. 1987. Treatment of wheat straw with alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 64:669-677.

Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Edit. Acribia. Zaragoza, España. pp. 530, 627 y 628.

Rojas, R. 1981. Utilización de los esquilmos agrícolas en ganado lechero. Revista Leche Pura. Año XVIII. N° 5 pp. 11-12.

- Saadullah, M., M. Haque y F. Dolberg. 1980. Tratamiento de la paja de arroz con orina animal. *Producción Animal Tropical*. 5:298-302.
- Salazar, M.R. 1985. Utilización de esquilmos agrícolas en la alimentación de rumiantes. Trabajo Práctico. Opción V. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N.L.
- Sánchez, E.J. 1976. Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva mediante el uso de diversos compuestos químicos. *Tec. Pec. Méx.* 31:68-73.
- Shimada, A.S. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. Memorias II Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C. (AMENA). Cocoyoc, Morelos. México. pp. 61-63.
- Steel, P.G.D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach (2 nd Ed.) Mc Graw-Hill Book Co. N.Y.

