

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DIFERENCIAS EN DIGESTIBILIDAD ENTRE OVINOS Y
CAPRINOS CONSUMIENDO PAJA DE TRIGO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

GREGORIO M. RAMOS CANTU

MARIN, N. L.

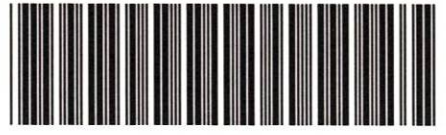
ABRIL DE 1989

T

SF97

R3

c.1



1080063542

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



DIFERENCIAS EN DIGESTIBILIDAD ENTRE OVINOS Y
CAPRINOS CONSUMIENDO PAJA DE TRIGO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

GREGORIO M. RAMOS CANTU

MARIN, N. L.

ABRIL DE 1989

03773

T
S197
R3

040.636

FA6

1989

C.5



Biblioteca Central
Maaza Solidaria

F Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

**DIFERENCIAS EN DIGESTIBILIDAD ENTRE OVINOS Y
CAPRINOS CONSUMIENDO PAJA DE TRIGO**

TESIS

Que en opción al título de
Ing. Agrónomo Zootecnista

P R E S E N T A

GREGORIO M. RAMOS CANTU

Revisada por:



Ph.D. Roque G. Ramírez Lozano
Asesor Principal

En agradecimiento a Dios nuestro
señor, por iluminarme y haberme
permitido alcanzar una de las me
tas más importantes de mi vida.

A MIS PADRES:

Lic. Gregorio M. Ramos C. (q.e.p.d.); y
Esthela Cantú Vda. de Ramos

A EL:

En homenaje a su memoria

A ELLA:

Mi gratitud eterna por sus desvelos
y sacrificios.

A MIS HERMANOS:

Por su cariño, comprensión y
apoyo.

César J. Ramos Cantú

Jesús A. Ramos Cantú; y

Esthela Selene Ramos Cantú

A todas las personas que en los momentos difíciles, nos acompañaron.

A MIS COMPAÑEROS:

Que de una u otra forma me ayudaron, en la elaboración de el presente trabajo.

INDICE

| | PAGINA |
|---|--------|
| INTRODUCCION..... | 1 |
| REVISION DE LITERATURA | |
| - Importancia de los Rumiantes..... | 3 |
| - Digestibilidad en los Rumiantes..... | 4 |
| - Esquilmos y Pajas..... | 7 |
| - Composición de los Esquilmos y Pajas..... | 9 |
| - Faja de Trigo..... | 11 |
| - Pajas Tratadas..... | 14 |
| a) Tratamiento Físico..... | 18 |
| b) Tratamientos Químicos..... | 21 |
| c) Tratamiento Biológico..... | 27 |
| - Comparación de la fisiología digestiva entre Cabras - vs Borregos..... | 27 |
| - Experimentos realizados..... | 29 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 32 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 45 |
| CONCLUSIONES..... | 53 |
| RESUMEN..... | 54 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 56 |

INDICE DE TABLAS

PAGINA

TABLA 1

Contenido mineral de las cenizas, agua y agua mezclada en cenizas usadas para remojar las pajas de trigo 41

TABLA 2

Composición de las raciones utilizadas en el experimento para medir la digestibilidad de Borregos y Cabras confiados en jaulas metabólicas..... 42

TABLA 3

Análisis químico y contenido mineral de la paja de trigo sin tratar (0%) y tratada (10, 20 y 30%) con soluciones alcalinas de cenizas de madera..... 43

TABLA 4

Análisis químico y contenido mineral de la ración de paja de trigo tratada con soluciones de ceniza de madera..... 44

TABLA 5

Medidas de los pesos (kg), consumos (gr/d) y consumos estandarizados (gr/kgPV) de los Borregos y Chivos ingiriendo raciones en base a paja de trigo con S.A.C.M. 51

TABLA 6

Medidas de las digestibilidades (%) de los Borregos y Chivos consumiendo raciones en base a paja de trigo tratada con S.A.C.M..... 52

INTRODUCCION

Los residuos agrícolas que provienen de la cosecha de granos, de cereales y oleaginosas, constituyen un recurso importante para la alimentación de rumiantes en las etapas críticas de producción de forrajes. La producción estimada de materia seca para 1986 en todo el país fue de 47 millones de toneladas, de las cuales un alto porcentaje (59%) corresponden a rastrojo y olote de maíz. Si bien la disponibilidad de residuos es elevada, su valor nutritivo para la alimentación de rumiantes es bajo. (Bermúdez, 1989).

Los residuos agrícolas presentan altos contenidos de fibra, bajos contenidos de carbohidratos solubles, nitrógeno y minerales. Estos productos son de baja digestibilidad y consumo, por lo que suministrados a los animales en su forma original no permiten cubrir con los requerimientos de mantenimiento y normalmente conducen a pérdidas de peso. (Egan A. R. 1986).

Al considerar la gran cantidad de esquilmos agrícolas -- que se producen en nuestro país derivados de diversos cultivos, se ha planteado la necesidad de utilizarlos intensivamente en la alimentación de los rumiantes. Sin embargo, su uso se ve limitado por su bajo valor energético o proteico. La disponibilidad de energía es baja debido al alto contenido de fibra muy lignificada. (Llamas et al., 1986).

Existen diferentes técnicas para el mejoramiento del valor nutritivo de los residuos agrícolas, dentro de los cuales los más conocidos consisten en tratamientos físicos, químicos, biológicos y suplementación. (Bermúdez E. 1989).

Por lo tanto los objetivos del presente trabajo son:

1. Determinar las diferencias en el grado de aprovechamiento a través de la digestibilidad de los nutrientes de la paja de trigo tratada con soluciones de cenizas de madera a diferentes concentraciones (10, 20, 30%).

2. Determinar las diferencias en el balance de nitrógeno en los animales consumiendo la paja tratada con soluciones de cenizas de madera.

REVISION DE LITERATURA

Importancia de los Rumiantes

Durante los últimos años se han efectuado amplias investigaciones sobre los rumiantes, las razones para ello estriban lógicamente en que los rumiantes proporcionan materias que el hombre necesita o desea.

La carne, la leche y el queso representan una parte muy sustancial de la dieta humana en muchos países además de - ofrecer diversos productos como la lana, cuero, pienso animal, fertilizantes, cebo, productos farmacéuticos, etc.

Si bien puede ser cierto que los productos animales no resultan esenciales en la dieta humana, con la excepción de la destinada a personas jóvenes. La carne, la leche y el - queso son productos muy sabrosos para el paladar, que ade-- más proporcionan protefnas de gran calidad, vitaminas, mine_ rales y energía. Es indudable que dichos nutrientes pueden obtenerse de manera más económica de las plantas si se con- sidera tan sólo este aspecto al adquirir alimentos en el - mercado actual. Sin embargo, el valor de saciedad de los - productos animales satisface algunas necesidades psicológi- cas que se añaden así a la apreciación del hombre por la - carne. (Church, 1974).

No debemos olvidar que la carne, los huevos y la leche suministran el 98% de la vitamina B12 y el 80% del calcio - que consume un individuo diariamente y que no es lo mismo - sentarse a la mesa a comer 250 gramos de carne en un bistec que 5 kilos de protefna de origen vegetal en forma de trigo, soya, etc. (Villavicencio, 1982).

Muchos hemos olvidado, dada la influencia de la ganaderfa y la agricultura norteamericana, que la naturaleza dise^ño a los rumiantes para que obtuvieran su energfa de la fibra vegetal, y no del maiz o del sorgo y otros granos. (Moya, 1982).

Digestibilidad en los Rumiantes

Los animales herbívoros están equipados con aparatos digestivos muy espaciosos, el sistema provee espacio para procesar las enormes cantidades de alimento bajo en energfa - utilizable (v. gr. forraje tosco) que deben ser consumidos para obtener de ellos la energfa y los nutrientes para su normal mantenimiento y producci3n. (Lloyd, et al., 1978).

Los rumiantes son capaces de transformar elementos menos digeribles para el hombre en productos de alta calidad nutritiva para la alimentaci3n humana. (Fao, 1982).

El sistema digestivo del rumiante optimiza la utilización de los productos de la fermentación de la microfibrilla del tacto digestivo. Esta adaptación, proporciona al rumiante recursos alimenticios no tan aprovechables para otros animales, lo que vuelve al rumiante relativamente libre de la necesidad de vitaminas de origen externo del complejo B y de ciertos aminoácidos. El rumiante ocupa una posición relativamente estratégica para el hombre, por hacer alimento aprovechable para él, a partir de recursos fibrosos y no proteicos, además de que no están en competencia con él por el alimento. (Van Soest, 1982).

Los ruminantes difieren de los otros mamíferos en su preestómago muy agrandado que consta de tres compartimentos. De éstos, el rumen y el retículo juntos disponen de más de un 50% de la capacidad total del conducto digestivo del bovino maduro. Esta gran capacidad es esencial para la retención de los alimentos, a fin de que los microorganismos descompongan la celulosa y otros carbohidratos complejos que las enzimas de los mamíferos no pueden hidrolizar. El omaso es pequeño como el abomaso, verdadero estómago: cada uno tiene de 6 a 8% de la capacidad total del conducto digestivo. Los cuatro estómagos juntos representan de un 60 a un 65% del volumen total, con 25% en el intestino delgado, 10% en el colón y menos del 5% en el ciego. (Maynard, 1981).

La habilidad de los animales para utilizar celulosa, hemicelulosa y pectina como alimento, depende de la capacidad de los organismos gastrointestinales para degradarlos y la habilidad del herbívoro para utilizar estos microorganismos y sus productos. Esta relación estrecha es importante en la adaptación y evolución del tracto digestivo de los herbívoros. (Van Soest, 1982).

El complejo destructor del alimento en el retículo-rumen, pasa sobre las enzimas secretadas, ya que no es el animal mismo el que se encarga de dicha destrucción, son las bacterias y los protozoarios los que realizan esta digestión, ya que el rumen les proporciona un ambiente anaeróbico apropiado para dicha simbiosis.

El número de bacterias en el rumen es más o menos 10^{10} a 10^{11} por ml. del contenido ruminal, existen aproximadamente 60 sp. (Mc. Donald et al., 1981).

El papel digestivo que los microorganismos juegan no constituye más que una de las consecuencias de su presencia, puesto que ellos viven por su propia cuenta utilizando ciertas materias para la elaboración de su propia sustancia y dejando en libertad algunos productos que pueden ser útiles, perjudiciales o indiferentes para el huésped. En suma sabemos destacar simplemente que desde el punto de vista fisiológico de la digestión los rumiantes utilizan sus restos.

(Concellón, 1967).

La parte química de la digestión del alimento está a cargo de las enzimas, que actúan en el rumen y en retículo (y también en el abomaso) no son producidas por el animal, sino que proceden de bacterias y protozoos. (Mc. Donald et al., 1970).

Por esto y dado que la energía actual es un recurso no renovable, se debe de hacer todo lo posible para aumentar la producción de alimentos de una manera que se utilice la menor energía posible.

Debemos intentar pues, conservar los granos para consumo humano y hacer a los animales más dependientes de forrajes, subproductos agrícolas e industriales, así como de desperdicios que actualmente no se utilizan o se utilizan a nivel no industrial. (Villavicencio, 1982).

Esquilmos y Pajas

A medida que maduran los cereales, los principios nutritivos de mayor valor emigran de las horas y tallos y se acumulan como reserva en las semillas que están madurando.

Se entiende por paja, al conjunto constituido por tallos, rastrojo y hojas de los cereales después de su madu-

ración. (Piccioni, 1970).

En el proceso de producción de alimentos y fibras vegetales, se obtienen una serie de desechos conocidos genéricamente como esquilmos agrícolas, rastrojos de maíz, paja de trigo, etc., y subproductos agroindustriales dependiendo de si se localizan en los campos de cultivo o en plantas industriales respectivamente. (Cajal, 1986).

Algunos recursos que son comunes fácilmente disponibles en una u otra zona de nuestro país son: rastrojos de maíz, olote, paja de sorgo, paja de cereales (avena, cebada, trigo), paja de leguminosas, bagazo de caña, bagacillo, melaza, piña (cáscara, puntas, corazón, corona y rastrojo), pulpa de café, cáscara y pulpa de cítricos, derivados de grano de cervecera, pulido de arroz, salvado de trigo, pasta de coco, pasta de oleaginosas (ajonjolí, girasol, cártamo), pulpa de enequén... (Barradas, 1981).

El tonelaje anual de los desechos en cuestión es elevado, siendo cuando menos equivalente al de la porción comestible o utilizable de las plantas. (Cajal, 1986).

Normalmente después de la cosecha de granos, los agricultores afrontan un grave problema con el manejo del sobrante de la planta. En la mayoría de los casos, la práctica desempeñada ha sido quemar las pajas directamente en los

campos de cultivo, ocasionando con ello problemas de contaminación ambiental. Sin embargo, tampoco es aconsejable dejar residuos agrícolas en el suelo, debido al desarrollo de pestes que pueden ser perjudiciales a nuevos cultivos. Los esquilmos agrícolas deberían ser removidos del campo y darles una utilización productiva. (Sánchez, 1976).

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 debidas al tiempo de la cosecha, duración del almacenaje, altura de corte, etc. Todas las pajas de cereales tienen en común dos factores: primero, son extremadamente bajas en nitrógeno; segundo los principales componentes de la materia son los carbohidratos estructurales de las paredes celulares, celulosa y hemicelulosa. Estos alimentos también son ricos en lignina y sílice, elementos que determinan la baja digestibilidad de estos alimentos.

La mayoría de estos 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. Para producción de la carne y leche, los requerimientos del animal se in--

crementan mucho y el contenido mineral resulta entonces insuficiente.

El contenido de calcio y fósforo de las pajas es bajo - generalmente, otros minerales como el cobalto, cobre, azufre y sodio también pueden ser limitantes. (Medrano, 1987).

Por otra parte Moya (1882) sostiene que los componentes de la pared celular son principalmente la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. La mayor parte de la materia contenida en la pared celular, como los carbohidratos solubles, el almidón y las proteínas, fueron transferidos al grano al momento de madurez o extraídos mecánicamente, como en el caso de bagazo.

La digestibilidad de estos esquilmos es muy baja debido al proceso llamado de lignificación. Este proceso descrito en forma sencilla es la formación de enlaces o ataduras físicas y químicas entre la lignina y los carbohidratos es- tructurales 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.

La acumulación de lignina es indudablemente el factor principal que deprime la digestibilidad en todos los forrajes de madurez avanzada. La concentración de lignina está

por lo regular, más altamente correlacionada con la digesti bilidad en las especies forrajeras que cualquier otro fac-- tor o componente químico. (Barnes y Marten, 1979).

De los componentes fibrosos de los alimentos, la ligni-- na es resistente al ataque microbiano, la celulosa es más - fácilmente desdoblada y la hemicelulosa es la más digesti-- ble de las tres. (Maynard et al., 1981).

Si este enlace o atadura pudiera romperse, los carbohi-- dratos que antes estaban cubiertos por la lignina se encon-- trarían más accesibles al sistema digestivo animal. Por lo tanto, la digestibilidad del esquilmo aumentaría considera-- blemente. (Moya, 1982).

Paja de Trigo

La paja de trigo empleada corrientemente como material destinado a construir la cama de los animales se puede in-- troducir en ocasiones en la alimentación del ganado vacuno, caballar y de los carneros cuando llega a faltar el forraje.

Bajo el punto de vista alimenticio la paja de trigo, co-- mo las restantes pajas de cereales, pertenecen a la catego-- ría de productos complementarios de los forrajes cuya carac terística más sobresaliente es la de ser mucho más volumino sa para su débil valor nutritivo.

Su riqueza en celulosa y en materias incrustadas como la lignina poco digestibles en sí rebaja la digestibilidad de las restantes sustancias nutritivas. Es extremadamente modesto el contenido en proteínas por lo que la relación nutritiva es muy amplia: el contenido en principios minerales es elevado, pero mal equilibrado debido a la carencia del calcio y del fósforo.

De las características químicas y nutritivas de la paja de trigo se deduce claramente lo siguiente:

a) Su característica química fundamental es la de contener una cantidad muy elevada de celulosa asociada a materias incrustadas (una media de 40%).

b) Es muy pobre en proteínas digestibles (una media de 0.6%, es decir 8 gr. por kg.), así como en materias grasas digestibles (aproximadamente 5 gr. por kg.).

c) Por el contrario posee un buen contenido en fracciones no nitrogenadas; en su mayor parte se trata, sin embargo, de pentosanas (hemicelulosa).

d) Su valor nutritivo depende esencialmente de su contenido en hidratos de carbono superiores, como la celulosa, pentosanas, hemicelulosa.

e) Aún poseyendo un buen contenido en materias minerales, le faltan dos elementos importantes: el fósforo y el calcio (0.22% de calcio y 0.07 de fósforo, como valores medios).

f) Por último, su débil valor nutritivo se le debe atribuir a su difícil digestibilidad, que depende a su vez, de un elevado contenido en celulosa y materias incrustadas. (Poccioni, 1970).

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:

1.- La alta lignificación que hace que disminuya la digestibilidad de los carbohidratos estructurales.

2.- La baja digestibilidad del material ingerido y con su alta resistencia mecánica, hace que aumente el volumen del rumen, lo que hace que se reduzca drásticamente el consumo voluntario.

3.- La fermentación ruminal de materiales altamente lignificados, produce una elevada proporción de ácido acético, el cual es utilizado con una baja eficiencia para los procesos productivos. (Stuart, 1977).

Pajas Tratadas

Un animal adulto parece ser capaz de mantener una baja condición y trabajos satisfactorios si se alimenta sólo con paja. Para la mayoría de los propósitos productivos, la paja requiere ser suplementada y así poder alcanzar niveles económicos. Esto es muy importante cuando la paja es la base de la dieta y los suplementos son usados para maximizar la productividad. (Medrano, 1987).

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

Debido a la resistencia de la fibra para ser digerida por los microorganismos del rumen, estos residuos generalmente no proporcionan la suficiente energía para soportar los niveles óptimos de crecimiento y lactancia del rumiante. La resistencia a la digestión por los microorganismos del rumen se atribuye a la estructura cristalina de celulosa y su estrecha asociación física con la lignina. (Baker et al., 1975, Lin et al., 1986).

Esto se debe en términos generales a que en la medida en 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 presenta una alta digestibilidad (prácticamente 100%), mientras que en la pared celular es baja, los cambios mencionados conducen a una disminución de la digestibilidad de la planta entera. (Bermúdez, 1989).

Aunque no todos los ingredientes de una dieta son sometidos a la fermentación ruminal, la fermentación de azúcares, almidones y proteínas provoca que el rumiante sea menos eficiente en la conversión de concentrados que los monogástricos. (Van Soest, 1982).

El valor nutritivo de los esquilmos agrícolas puede mejorarse ya sea por medio de suplementos o bien mediante tratamientos que facilitan su digestibilidad. (Medrano, 1987).

Pero, ¿cuándo se considera la conveniente de procesar forrajes? Hay dos cuestiones fundamentales que se deben de responder: primero ¿La digestibilidad y por tanto el contenido de energía metabolizable de la paja se mejorará por el

tratamiento? segundo, ¿Se incrementará el consumo de paja - procesada por el animal?. Una combinación de esos dos aspectos del procesamiento puede llevar al mayor beneficio posible. (Medrano, 1987).

La finalidad del tratamiento de la paja consiste en aumentar su digestibilidad y/o la cantidad que consumen voluntariamente los animales con objeto de incrementar su ingestión digestible a partir de la paja.

La digestibilidad inicial de la paja varía entre unos 35 y un 55%. El tratamiento aumenta en 10-12 puntos, según el método que se emplee siendo esos aumentos más o menos in dependientes de la digestibilidad inicial. Así pues, la paja tratada tiene una digestibilidad muy variable y esta variabilidad es tan grande como la que se observa en el caso del pasto seco y el ensilaje.

Para evaluar la eficacia de una técnica de tratamiento de la paja, hay que determinar la diferencia entre la digestibilidad de la paja tratada y la no tratada. De lo anteriormente expuesto se desprende claramente que, si se mide esta diferencia mediante unos ensayos de digestibilidad realizados con animales, en ellos repercutirían los siguientes factores:

- a) La eficacia del tratamiento.

b) Toda diferencia en el nivel de alimentación entre la paja tratada y la no tratada. Si se alimenta a los animales "ad libitum", la ingestión voluntaria de la paja no tratada. Esto puede reducir las diferencias de digestibilidad obtenidas.

c) El tipo y la cantidad de otros piensos/complementos de la ración. Unos hidratos de carbono demasiado fácilmente fermentables o una proporción demasiado baja proteínas/nitrógeno reducirá las diferencias de digestibilidad obtenidas.

La paja tratada puede sustituir al pasto seco o al ensilaje en el régimen de alimentación si la diferencia del contenido de proteínas entre aquella y estos, se compensa con un complemento.

Pero hay que tener cuidado ya que la digestibilidad de la paja tratada puede menguar si se suministra en raciones que tengan más de un 30% de concentrados como ocurre con la digestibilidad de todos los forrajes vastos.

En la actualidad, la máxima prioridad en materia de investigaciones debe corresponder a la utilización de la paja tratada. Un estudio sistemático de los factores que repercuten en la digestibilidad de la paja tratada o sin tratar proporcionan la información necesaria para conseguir que la paja sea consumida por el ganado de modo óptimo en todas las cir-

cunstancias. La necesidad de disponer de más información a este respecto se aplica a los forrajes vastos en general y no solamente a la paja.

Igualmente importante es la necesidad de determinar en los planos económicos y material, las ventajas del tratamiento de la paja, sobre todo en los pueblos en los cuales la paja es el pienso básico. (Jackson, 1976).

Según Medrano (1987), la utilización de los subproductos fibrosos se puede incrementar, en general, cabe clasificar los métodos de tratamiento de la paja en físicos, químicos y biológicos. (Jackson, 1978).

a) Tratamiento Físico

Los principales métodos físicos son la molienda y la cocción a presión. Aunque mejoran la digestibilidad, la molienda muy fina en trituradores de bola y la irradiación son tan onerosas que probablemente nunca llegarán a tener una gran importancia comercial. (Jackson, 1978).

La molienda; sirve para reducir el tamaño de la partícula e incrementar la superficie de exposición del forraje a la acción de los microbios del rumen.

Los efectos del tratamiento sobre la paja son: aumento - en el consumo de materia seca, especialmente de los materiales pobres y algunas reducciones de la digestibilidad.

En comparación con el suministro de rastrojos enteros la molienda aumenta de un 15 a un 20% el porcentaje de utilización, ya que reduce la selectividad de los animales.

En animales jóvenes o pequeños se observa una mayor respuesta al tratamiento físico del forraje que en los más viejos o grandes. (Medrano, 1987).

Muchos estudios han demostrado que la molienda final del heno disminuye su digestibilidad, debido a que el heno molido pasa más rápido por el tracto digestivo. La influencia - que ejerce la molienda sobre la ingesta voluntaria y la digestibilidad, dependerá de que tanto modifique ésta el tiempo de retención y la tasa de degradación de los alimentos en el tracto digestivo. (Maynard et al., 1981).

La molienda suele disminuir la digestibilidad pero al -- mismo tiempo aumenta ligeramente el valor energético neto - porque los nutrientes digeridos son utilizados más eficazmente por el animal. (Jackson, 1978).

Sin embargo, Pidgen y Bender (1972) determinaron que uno de los principales tratamientos que elevan el valor nutriti-

vo de los forrajes toscos es el molido, en donde este aumento se debe a que se reduce el tiempo y energía necesaria para que las partículas pasen por el rumen. Aumenta la superficie de contacto y con ello aumenta el índice de fermentación en el rumen, al facilitar el ataque microbiano y aumenta la capacidad efectiva del animal. Aunque la molienda del forraje reduce el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, disminuyendo un tanto la digestibilidad, esta pérdida se compensa con creces al aumentar la ingestión de energía digestible.

Owen (1978), indica que el consumo voluntario del forraje molido aumenta hasta un 30%.

Morrison (1969), justifica que el molido de los forrajes toscos sirve para que los animales coman las partes más vastas y leñosas de los rastrojos o henos, que de otro modo se depreciarían, además que el molido de los materiales toscos se hace exclusivamente para facilitar su mezclado, con los ingredientes y producir dietas completas.

Cocción a presión: Hace años se pensaba que era conveniente cocer los alimentos, y que esto aumentaba notablemente su valor nutritivo.

Donefer y Patwirand (1976), trataron unas muestras de bagazo con NaOH al 4%, y vapor a presión (8 kg/cm^2 a 170°), y -

obtuvieron aumentos de la digestibilidad de la celulosa in vitro de 15 y 17 puntos porcentuales, respectivamente.

Sin embargo, Morrison (1969), en un experimento llevado a cabo en Ohio, el heno de alfalfa y rastrojo de maíz cocidos a vapor y dado al ganado vacuno de engorda, redujeron el aumento de peso y aminoraron los beneficios, aun sin cargar a los gastos el valor de combustible y el trabajo empleado en la cocción.

b) Tratamientos Químicos

Los tratamientos químicos, es otra de las alternativas para la utilización de esquilmos agrícolas. Los métodos químicos comúnmente utilizados, son los basados en el uso de soluciones alcalinas.

El método Backman, consiste en tratar las pajas previamente con una solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0.5%, utilizándose 10 lts. de solución por cada kilogramo de paja, esto se deja reposar de 4 a 24 horas a temperatura ambiente, para después lavar la paja eliminando con esto el alcalí residual. Después de esto, la paja ya puede ser consumida por los animales, con un aumento en la digestibilidad de la materia orgánica en más de un 65%. (Jackson, 1978).

El tratamiento alcalino de forrajes fibrosos ha sido investigado en busca de mejorar su utilización para los rumiantes desde a fines del siglo XIX, una variedad de productos y procedimientos han sido evaluados con resultados variantes. Aumentos en digestibilidades de materia seca y materia orgánica se obtuvieron en tales tratamientos, sin embargo, la posibilidad del tratamiento alcalino en forrajes es todavía controvertido por los factores económicos y posibles efectos a los animales que consumieren los alimentos tratados. (Nolte, 1987).

El contenido de lignina, por lo general, se ve reducido por el tratamiento químico (Klopfenstein et al., 1972; Rexen y Thomsen, 1976; Ololade et al., 1970).

El tratamiento de pajas y rastrojos con alcalís disminuye mercadamente el porcentaje de paredes celulares, aumentando con esto el contenido celular del material tratado e incrementando el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad. (Klopfenstein, 1978).

Antes de decidir sobre el producto químico a usar y el método a aplicar se deben considerar varios factores: costo, 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).

Se han conducido estudios para evaluar diversos compuestos químicos como el sulfuro de sodio (Na_2S), sulfito de sodio (Na_2SO_3), sulfato de sodio (Na_2SO_4), carbonato de sodio (Na_2CO_3), óxido de calcio (CaO), hipoclorito de sodio (NaClO), clorito de sodio (NaClO_2) y varios más, todos en diferentes concentraciones que van de 0-30g/100g de materia seca.

La efectividad de los tratamientos depende del tiempo de reacción a que se someta el material y al tamaño de la partícula utilizada. (Sánchez, 1976).

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

El tratamiento alcalino, particularmente la incorporación de una solución de NaOH al momento de ensilar, da como resultado un aumento significativo en el contenido de ácido láctico, acompañado de una reducción en el etanol presente en el producto. Este cambio composicional se traduce en un

consumo casi 50% superior de ensilaje, y en consecuencia un incremento de más de un 10% en la ganancia diaria de peso. - A nivel ruminal se observa una alteración en el patrón de -- fermentación, que sin variar la concentración total de áci-- dos grasos volátiles aumenta en su contenido de ácido propió nico en forma significativa, a costa de ácido acético. (Viana et al., 1978).

Las diferencias en consumo parecen reflejar un aumento - en la digestibilidad (Shimada, 1987). El mayor flujo de materia orgánica y de nitrógeno microbiano, así como la mejora en la síntesis de proteína microbiana podría explicar los au mentos observados en peso corporal.

Debido al costo y el peligro que involucra el uso de - NaOH, este compuesto ha sido reemplazado principalmente por amonio anhidro (Shimada, 1987), que tiene la ventaja adicional de proveer con nitrógeno adicional al ingrediente así - tratado.

El tratamiento de los residuos agrícolas con hidróxido - de amonio (NH₄OH), usualmente produce una respuesta positiva, pero generalmente resulta menos efectivo que el hidróxido de sodio (NaOH). Algunas de las ventajas del NH₄OH sobre los - hidróxidos minerales son que el exceso se evapora, se elimina el desbalance mineral y se suplementa nitrógeno adicional, (Harbers et al., 1982).

El tratamiento con amoniaco ha venido ganando aceptación entre los ganaderos. Aunque los beneficios del tratamiento con amoniaco no son tan grandes como el hidróxido de sodio, el amoniaco es más barato y más fácil de usar, además de que suministra nitrógeno. No obstante, no todo el nitrógeno aña dido es aprovechado y utilizado por los microorganismos del rumen. Sólo el 50% del nitrógeno añadido es utilizado ac- - tualmente. (Males, 1987).

Otra ventaja del tratamiento con amoniaco, es que no de- ja residuos minerales y evita la formación de hongos en fo- - rrajes húmedos, y tiene un efecto benéfico sobre el consumo voluntario y respuesta animal. (Medrano, 1987).

El hidróxido de calcio es más barato y menos peligroso - para el manejo que el hidróxido de sodio, y podría por lo - tanto, ser más aceptable para el uso en la granja. No obs- - tante, una gran desventaja de las dietas altas en calcio, po- - dría ser la necesidad de incrementar la suplementación con - fósforo. (Owen, 1978).

Recientemente se ha propuesto el empleo de peróxido de - hidrógeno (Kerley et al., 1995). Aunque los resultados ana- líticos y de digestibilidad son halagueños, su aplicación - por los productores estará limitada por lo poco práctico del método a nivel de explotación pecuaria.

Un origen económico y fácilmente disponible de material alcalino es la ceniza de madera. (Nolte et al. 1987).

El empleo de soluciones de cenizas de madera aumenta la digestibilidad de los residuos (Nolte et al., 1987) y demostrar ese mismo efecto en el comportamiento animal, podría ser un método accesible desde el punto de vista del costo del alcalí. Sin embargo, tiene la desventaja de que los residuos deben remojarse durante varias horas en la solución mencionada. (Shimada, 1987).

El grueso de la literatura mundial gira en torno al uso de los compuestos químicos para el tratamiento de pajas y rastrojos, por lo que a este respecto solamente se subrayará que el valor nutritivo de los esquilmos de cereales se ve aumentado con el empleo de las sustancias alcalinas mencionadas. (Klopfenstein, 1978).

Ha quedado establecido que los tratamientos con alcalís incrementan el valor nutritivo de forrajes de baja calidad. (Sánchez, 1976).

c) Tratamiento Biológico

Todo tratamiento biológico eficaz debe basarse en el empleo de un organismo que degrade la lignina. Aunque no hay ningún organismo que se limite simplemente a degradar la lignina, existen algunos -en particular, los hongos de la - pudrición roja- que degradan más lignina que celulosa, con lo cual queda un residuo que tiene un porcentaje de lignina inferior al de la materia original. Baker et al., (1975) - han ensayado diversas cepas de este tipo de hongos en el serén. Mejoró la digestibilidad del serén in vitro, y el grado de mejora tenía una fuerte correlación con la aprobación de lignina eliminada. (Jackson, 1978).

Comparación de la fisiología digestiva entre Cabras vs Borregos

Estudios fisiológicos comparativos hasta la fecha han - mostrado poca diferencia entre cabras y ovejas en la utiliza- ción de forraje tosco de mediana y alta calidad. Con una - alimentación de muy alta calidad, las ovejas tienen el po-- tencial para consumir más por unidad de peso del cuerpo que las cabras y por lo tanto, tienen un más alto potencial de producción. La única diferencia marcada entre cabras y ove- jas ocurrió en el consumo de forraje de baja calidad para - mantenimiento o sub-mantenimiento, donde las cabras consu--

men más que las ovejas. Sin embargo, mientras las cabras - parecen tener un más alto requerimiento de energía de mantenimiento, el alto consumo de las cabras no necesariamente - significa que las cabras perderán peso a un ritmo más lento. En términos prácticos cuando ambas especies son alimentadas con forraje tosco (de baja, mediana o alta calidad), la consideración más importante con respecto a la alimentación es la diferencia en peso entre especies más que cualquier otra diferencia percibida en la utilización de forraje. (Nicol - et al., 1987).

El consumo alimenticio Ad libitum de materia seca entre cabras y ovejas ofrecido en una misma dieta en corrales ha sido comparada en numerosas ocasiones. En Nueva Zelanda - con borregos y cabras de la misma edad aproximada, Alam - - (1985) encontró que el consumo Ad libitum de materia orgánica en cabritos es un 25% mayor que el consumo Ad libitum de corderos.

Sin embargo, se dice que la digestibilidad es el indicador más importante del valor nutritivo. Algunos estudios - marcan una pequeña superioridad (del 1% al 2%) en la digestibilidad de cabras sobre las ovejas cuando el alimento es de baja digestibilidad. (Nicol et al., 1987).

Por otra parte Alam (1985), encontró que con una alimentación de más alta digestibilidad hubo una pequeña diferen-

cia entre las especies a favor de las ovejas pues estas tendieron a mostrar una ligera ventaja sobre las cabras, esto va más de acuerdo a la mayoría de los reportes publicados.

Experimentos realizados

El interés que ocasiona en los investigadores ha guiado a la conducción de diversos estudios con la utilización de suplementos alimenticios para animales que consumen pajas - tratadas. (Sánchez, 1976).

Saxena et al., (1971); Koers, Prokop y Klopffestein - - (1972), señalan que la paja de trigo pretratada al carácter de la mayor parte de proteínas, puede ser suplementada con pasta de soya, urea o con fosfato diamónico, teniendo los - siguientes resultados: aumento de peso diario (61 gr. vs - 177 gr.), consumos de alimento (0.87 vs 1.29 kg. día) y conversión alimenticia (7.3 vs 19.1).

Otros investigadores (Klopffestein et al., 1972; Llamas et al., 1986), condujeron estudios de metabolismo y engorda de corderos, utilizando ensilaje de paja de trigo tratada a base de 4.5% de NaOH: KOH (50:50), 20% melaza y 1% urea, - los resultados obtenidos indican aumentos diarios de 389 vs 454 gr. favoreciendo a los ensilajes tratados con hidróxi-- dos.

El olote de maiz ha resultado ser también inaceptable alimento para borregos. Cuando se somete a tratamientos químicos utilizando para ello soluciones de NaOH al 3% más presión de vapor a 17.5 kg/cm^2 esto cambia, los resultados señalan que se obtienen aumentos de 215 gr. y conversiones de 6.2: cuando se le aplica el hidróxido después de someter el olote al vapor. Cuando el hidróxido se aplica simultáneo al vapor, los aumentos fueron de 186 gr/día y una conversión de 6.2.

En una prueba de gran magnitud con vacas lecheras (Randel et al., 1972) comparó el bagazo de caña tratado con hidróxido de sodio, con el bagazo sin tratar. La producción promedio de leche durante el período de investigación (300 días) fue de 40% más de leche en el grupo alimentado con bagazo tratado. Más dramático fue la diferencia en el aumento de peso, ya que las vacas alimentadas con bagazo tratado aumentaron de peso en un 550% más que el grupo alimentado con bagazo sin tratar.

En la Universidad del estado de Ohio, Nolte (1987), llevó a cabo un estudio con el objeto de incrementar la digestibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de trigo, logrando mejorarla ($P < 0.05$) después de humedecerla por 6 hrs. en la solución alcalina de ceniza de madera al 30% comparada con la paja no tratada, pero fue comparable con la paja de trigo tratada con 4% de NaOH.

Huerta y Ramírez (1989), aplicaron tres tratamientos a la paja de buffel (10% solución alcalina de cenizas de madera, 4% NH₄ y 4% NaOH), encontrado que estos tres tratamientos tuvieron un efecto similar en la digestibilidad de los nutrientes, comparada con la paja de buffel no tratada.

Por otro lado 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 MS y del FDN, en comparación con el rastrojo de maíz no tratado, además, la digestibilidad in vitro de la MS fue 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 MO.

En otro experimento Garza y Ramírez (1989), encontraron que la digestibilidad in vitro de la MS y de la MO no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre la paja de sorgo no tratada (0%) y la paja de sorgo tratada con un 10, 20 y 30% con la solución alcalina de cenizas de madera.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, ubicada en la Carretera Zuazua-Marín Km. 17, en el Municipio de Marín, N.L. México. La altura sobre el nivel del mar es de 393 m. siendo sus coordenadas geográficas $25^{\circ} 23'$ de la latitud norte y $100^{\circ} 3'$ de longitud oeste, con una temperatura media anual de $21^{\circ} C$ y una precipitación promedio de 573 mm.

El tratamiento de paja de trigo con soluciones alcalinas preparadas con cenizas de madera, se realizó de la siguiente manera:

Las cenizas fueron colectadas directamente de Restaurantes de la ciudad de Monterrey, N.L. (La mayor parte de las cenizas provenían de azaderos de pollo). La concentración mineral (P, Ca, Mg, K y Na) de las cenizas se muestran en la Tabla 1.

El procedimiento para obtener la concentración de cada mineral, consistió en poner .5 de cenizas en un vaso de precipitado y se le agregó unas gotas de agua destilada, 2 ml. de HCL concentrado, para terminar la digestión de la materia orgánica y diluir los elementos inorgánicos, una vez -- agregado el HCL se puso a la plancha hasta que se evaporó y

se le agregaron 25 ml. de HCL 1 N, y se filtró en un filtro Wattman No. 1, recogiendo el filtrado en un matraz volumétrico de 100 ml.

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

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

Para la determinación de P del filtrado original, se toman 2 ml. y se lleva a un matraz volumétrico (matraz de aforación de 50 ml.). Se le agregan 10 ml. de molibdato de amonio-vandato de amonio, se agitaron y se llevaron a un volumen a 50 ml. con agua destilada y se dejó reposar durante 30 minutos y se obtuvo su absorbancia en el fotoclorímetro a una longitud de onda de 400 nm. (Díaz-Romeau, 1978).

Las cenizas se cribaron en una malla metálica de .5 cm. con la finalidad de retener partes de carbón, piezas de madera o cualquier otra impureza que pudiera contener. Las cenizas se caracterizaron por tener un color blanquecino,

lo cual indica un buen quemado.

Para preparar las diferentes concentraciones de la solución alcalina de cenizas de madera que se usaron en la prueba (10, 20 y 30%), se usaron tanques con capacidad de 200 litros y agua potable del municipio de Marín, N.L. El agua se analizó para determinar su concentración de minerales (Tabla 1), utilizando el mismo método que para las cenizas.

Para preparar la solución de cenizas al 10%, se vertieron 540 litros de agua de Marín, N.L., a los tanques y posteriormente se agregaron 60 kg. de cenizas ya cribadas, las cuales se esparcieron en el agua poco a poco para obtener una mezcla uniforme. Después de esto se agitó manualmente la solución con la ayuda de una pala, por espacio 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 12 horas. Transcurrido este tiempo, se procedió a humedecer la paja de trigo (la necesaria por tratamiento) en la solución en una pila de 100 lts. hasta quedar cubiertas por completo con la misma, y se mantuvieron de esta forma por un período de 6 horas. Después de las 6 horas, se sacaron las pacas de trigo de la pila y se dejaron escurrir durante 12 horas, teniendo la precaución de que la solución drenada fuera a dar a la pila, y de esta manera po--

der utilizarla de nuevo. Nolte et al., (1987), encontraron que la misma solución puede emplearse hasta 10 veces para humedecer la paja obteniendo resultado positivos.

Pasadas 12 horas de escurrimiento, se procedió a deshacer las pacas y se esparció la paja de trigo sobre un hule para que de esta forma se secara al aire libre. Cuando la paja se secó por completo, se molió dos veces usando una criva de 1.5 cm. Esto se hizo con el objeto de que la paja quedara lo mejor molida posible y evitar así la selectividad del alimento al momento de ser consumida por el animal.

Para preparar la solución alcalina al 20 y 30%, se siguió la misma metodología empleada para el 10%, para la solución del 20% se utilizaron 600 litros de agua y 150 kilos de cenizas, y para el 30%, 625 litros de agua y 270 kilos de cenizas.

La paja de trigo que se usó como testigo (0%), sólo se molió y se procedió a preparar la ración alimenticia tanto del testigo como de la paja tratada, la cual aparece en la Tabla 2. Para balancear la relación se siguieron las indicaciones nutricionales propuestas por la NRC, para borregos en mantenimiento.

La preparación de las raciones se llevó a cabo de la siguiente manera:

Las raciones fueron balanceadas para cubrir requerimientos de mantenimiento a borregos con un peso aproximado de - 30 kg. con 10% de proteína cruda y 2.3 Mcal, Em/Kg esto en base seca, a los chivos se les proporcionó el mismo alimento. Se utilizaron 85 kgs. de paja de trigo, 1 kg. de grano de sorgo, 5 kgrs. de melaza, 1 kg. de urea y 8 kg. de harina de soya. Los porcentajes correspondientes se muestran en - la Tabla 2, procurando que todas las raciones fueran iso- - proteicas e isocalóricas. Para hacer el mezclado de la - - urea y la melaza se utilizaron 14 lts. de agua potable, - - agregando primero la urea y posteriormente la melaza y mez- clando lo mejor posible en el agua, una vez disuelta en el agua se procedió a esparcirla en la paja de trigo. Así co- mo también, se agregó la harina de soya y el grano de sorgo molida a la paja de trigo, una vez agregados todos los in- - gredientes, se guardaron las raciones quedando listas para alimentar los borregos y chivos en las jaulas metabólicas.

La composición química y el contenido mineral de la pa- ja de trigo tratada y sin tratar con la solución alcalina - de cenizas de madera, se muestran en la Tabla 3.

En la Tabla 4 se muestra la composición química y conte- nido mineral de la ración con paja de trigo tratada y sin - tratar.

Para el experimento se utilizaron 12 borregos castrados de diferentes razas y de 16 meses de edad, con un peso promedio de 35 kg. Por otro lado pero en la misma prueba se utilizaron 3 chivos castrados, criollos de 16 meses de edad y un peso promedio de 30 kg. Estos animales se escogieron al azar y se designaron tres para cada tratamiento. Todos ellos fueron aleatorizados en jaulas metabólicas.

La prueba de digestibilidad se dividió en dos fases, - la primera consistió en el período de adaptación que duró 10 días, y la segunda fue el período de colección de heces, que duró 7 días.

Durante el período de adaptación se logró establecer - un nivel de consumo de alimento del 3% del peso vivo promedio de los animales (tanto chivos como borregos), el cual se continuó en la segunda fase de la prueba. El alimento se proporcionaba dos veces al día y el agua siempre la tuvieron a libre acceso.

Una vez terminado el período de adaptación, se continuó con el período de colección de heces, éstas se colectaron por completo una vez al día, y se registraba el peso - de las mismas en forma individual para cada animal fueron chivo o borrego.

Una vez pasada la muestra diaria, se colectaba una pe-

queña muestra (10%), la cual se depositaba en una bolsa de plástico previamente identificada y se almacenaba en un congelador a 4°C. De tal manera que al final del periodo se tenía una muestra de las heces de cada animal.

Concluidos los siete días de colección, las heces se descongelaron a temperatura ambiente durante la noche. Posteriormente se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron a la estufa de materia seca parcial a una temperatura de 55°C durante tres días. Una vez hecho esto se molieron las heces en un molino Wiley y se almacenaron en recipientes de plástico identificados con anterioridad para su posterior análisis químico.

Además, se colectó todo el alimento rechazado diario para determinar si la proteína cruda (AOAC, 1975) era considerada como alimento o como heces fecales.

Durante la fase de colección se seleccionó una muestra diaria del alimento que se ofreció a los borregos y chivos, de esta forma se obtuvo una muestra por animal del alimento que consumió durante la prueba.

Posteriormente las muestras de alimento se molieron en un molino Wiley y se almacenaron en recipientes de plástico para analizarse posteriormente.

Las heces fecales y las muestras de alimento se pusieron en una estufa de secado (150°C) durante 24 horas, con el fin de determinar su materia seca (MS). La materia orgánica (MO) se determinó incinerando las muestras en una mufla a 600°C (AOAC, 1975). La proteína cruda (PC) se determinó multiplicando 6.25 por la concentración de nitrógeno, la cual se obtuvo por medio del método Kjendahl (AOAC, 1975). La fibra detergente ácido (FDA) y la 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 fecales, los primeros fueron restados de los segundos y divididos por los primeros, y de esta manera se obtuvo el porcentaje de digestibilidad como porcentaje del consumo (Church, 1974).

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 medidas de los tratamientos se compararon usando polígonos octogonales. (Steel y Torrie, 1980).

Las medias de consumo y digestibilidad entre chivos y borregos se compararon usando la técnica de diferencia mínima significativa (DMS) protegida (Steel y Torrie, 1980).

La digestibilidad in vitro de la materia seca y de la materia orgánica se determinó usando la metodología de Tilley y Terrey, (1963).

TABLA 1
 CONTENIDO MINERAL DE LAS CENIZAS, AGUA Y AGUA MEZCLADA EN
 CENIZAS USADAS PARA REMOJAR LAS PAJAS DE TRIGO.

| DESCRIPCION | P | K | Na | Mg | Ca |
|-----------------|----------|----------|----------|-------|---------|
| Cenizas | 2,647.93 | 4,830.33 | 2,283.39 | 68.39 | 14.3816 |
| Agua | 3.5321 | 784.19 | 261.47 | 46.90 | 1.2909 |
| Ceniza Disuelta | 3.7064 | 403.72 | 417.17 | | 1.8409 |

TABLA 2

COMPOSICION DE LAS RACIONES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO PARA MEDIR LA DIGESTIBILIDAD DE BORREGOS Y CABRAS CONFIADOS - EN JAULAS METABOLICAS.

| INGREDIENTES | RACIONES | | | |
|--|---------------------|----|----|----|
| | % TAL COMO OFRECIDO | | | |
| | S | A | C | M |
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Paja de trigo sin tratar | 85 | | | |
| Paja de trigo tratada con 10% de ceniza. | | 85 | | |
| Paja de trigo tratada con 20% de ceniza. | | | 85 | |
| Paja de trigo tratada con 30% de ceniza. | | | | 85 |
| Sorgo | 1 | 1 | 1 | 1 |
| H. Soya | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Urea | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Melaza | 5 | 5 | 5 | 5 |

SACM. - Solución Alcalina de Ceniza de Madera
 - No se incluyó premezcla alguna de minerales y vitaminas en la relación.

TABLA 3

ANALISIS QUIMICO Y CONTENIDO MINERAL DE LA PAJA DE TRIGO - SIN TRATAR (0%) Y TRATADA (10, 20 Y 30%) CON SOLUCIONES AL CALINAS DE CENIZA DE MADERA.

| CONCEPTO -a | PAJA DE TRIGO (% DE CENIZAS) | | | |
|----------------------------|------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Materia seca, % | 91.8 | 92.8 | 92.3 | 92.6 |
| Materia orgánica, % | 89.4 | 88.1 | 87.2 | 88.8 |
| Cenizas, % | 10.6 | 11.9 | 12.8 | 11.2 |
| Proteína cruda, % | 4.3 | 5.4 | 4.6 | 3.8 |
| FDN, % | 80.9 | 88.3 | 89.6 | 87.6 |
| FDA, % | 51.2 | 53.9 | 53.9 | 53.3 |
| Digestibilidad in vitro, % | | | | |
| Materia orgánica | 51.1 | 44.9 | 48.9 | 48.9 |
| Materia seca | 44.4 | 40.0 | 41.6 | 40.1 |
| Contenido mineral p.p.m. | | | | |
| K | 99.2 | 69.2 | 69.8 | 58.7 |
| Na | 4.1 | 7.3 | 10.8 | 15.0 |
| Mg | 1.4 | 0.6 | 0.4 | 4.2 |
| P | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 1.2 |
| Ca | 5.7 | 5.9 | 3.5 | 30.0 |

-a: Base seca

FDN: Fibra detergente neutro

FDA: Fibra detergente ácido

TABLA 4

ANALISIS QUIMICO Y CONTENIDO MINERAL DE LA RACION DE PAJA DE TRIGO TRATADA CON SOLUCIONES DE CENIZA DE MADERA.

| CONCEPTO -a | RACION DE TRIGO (% DE CENIZAS) | | | |
|--------------------------|--------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Materia seca, % | 91.6 | 91.4 | 92.1 | 92.4 |
| Materia orgánica, % | 85.0 | 86.1 | 85.3 | 87.7 |
| Cenizas, % | 15.0 | 13.9 | 14.7 | 12.3 |
| Proteína cruda, % | 10.8 | 10.8 | 9.9 | 10.4 |
| FDN, % | 74.7 | 81.9 | 69.8 | 72.3 |
| FDA, % | 46.89 | 50.0 | 46.5 | 47.9 |
| Contenido mineral p.p.m. | | | | |
| K | 154.0 | 82.8 | 45.3 | 56.5 |
| Na | 9.5 | 11.7 | 6.1 | 10.8 |
| Mg | 5.7 | 4.6 | 4.6 | 3.6 |
| P | 2.6 | 3.3 | 3.2 | 3.2 |
| Ca | 13.1 | 19.2 | 19.0 | 19.6 |

-a: Base seca

FDN: Fibra detergente neutro

FDA: Fibra detergente ácido

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El peso promedio (kg), el consumo (g/d) y el consumo estandarizado (g/kgPV/d) de alimento para chivos y borregos se muestra en la Tabla 5.

Se encontró que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en los pesos de los animales entre tratamientos siendo estos de 35.0, 36.8, 33.6 y 33.7 kg. para 0, 10, 20 y 30% de cenizas respectivamente.

El consumo (g/kg/kgPV/d) estandarizados en materia seca (MS) entre tratamientos no fueron diferentes ($P > 0.05$) siendo 21.5, 23.0, 25.2 y 26.0 para los tratamientos 0, 10, 20 y 30% de cenizas respectivamente, sin embargo hay una tendencia a ser mayor para el 20 y 30%.

Para el consumo (g/kgPV/d) de materia orgánica sí se encontró una diferencia significativa ($P < 0.05$) para los tratamientos 0 y 30% siendo los consumos de 17.9 y 22.8 encontrándose que los tratamientos 10 y 20% no tuvieron diferencias ($P > 0.05$) ni con el 0% ni con el 30%.

La proteína cruda consumida (g/kgPV/d) por los borregos no fue diferente ($P > 0.05$) siendo los valores estandarizados encontrados de 2.2, 2.5, 2.4 y 2.7 para el 0, 10, 20 y 30% de la solución alcalina (SACM).

El consumo de fibra neutro detergente (g/kgPV/d) tampoco mostró diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos; sin embargo, el valor más bajo perteneció al 0% siendo los valores 15.7, 18.9, 17.5 y 18.8 con respecto a las concentraciones 0, 10, 20 y 30%.

Para el consumo de la fibra ácido detergente se encontró diferencia ($P<0.05$) para los tratamientos 0 y 30% más no así con los tratamientos 10 y 20% siendo los valores para 0 y 30% de 9.8 vs 12.4 y para el 10 y 20% de 11.5 y 11.7 los cuales no tuvieron diferencia ($P>0.05$).

En la parte del experimento en donde se comparó el consumo (g/kgPV/d) de la paja en los tratamientos chivos vs borregos consumiendo ambas raciones tratadas con un 30% SACM. Se encontró que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en ninguno de los consumos, siendo los valores:

Para el consumo de materia seca fue de 26.0 y 25.4, el de materia orgánica fue de 22.8 y 21.7 en el caso de proteína cruda fue de 2.7 y 2.5, para la fibra neutro detergente se encontró un 18.2 contra 17.9 y para la fibra ácido detergente se encontró un 12.4 y 11.8, para borregos y chivos respectivamente.

Aun cuando no se encontraron diferencia se puede apreciar la tendencia mayor de los valores para borregos y me--

nor para chivos en todos los casos.

Garza (1989), trabajando con paja de sorgo tratada con las mismas concentraciones de cenizas de madera y suministrando a borregos, encontró que los consumos de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra ácido detergente y fibra neutro detergente fue mayor ($P < 0.05$) para el 0% (testigo) comparado con el 10, 20 y 30% de cenizas de madera.

Por otra parte, Nolte et al., (1987), encontraron que el consumo de materia seca para los chivos consumiendo raciones conteniendo paja de trigo tratada con soluciones alcalinas de ceniza de madera al 30% fue mayor que el 15 y 0%.

Cruz (1988), no encontró diferencias en el consumo de los nutrientes de los borregos ingiriendo raciones conteniendo rastrojo de maíz tratado con soluciones alcalinas provenientes de cenizas de madera.

La Tabla 6 muestra la digestibilidad in vivo de las raciones incluyendo los tratamientos entre borregos así como entre borregos y chivos.

La digestibilidad in vivo de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda y fibra ácido detergente no fueron afectadas por el tratamiento alcalino de ceniza de madera, correspondiendo los valores de: 57.6, 53.4, 56.5 y 52.7% -

para la materia seca; 60.8, 57.5, 60.8 y 59.1% para materia orgánica; 71.3, 69.7 y 67.7% para la proteína cruda y 54.5, 51.8, 53.0 y 50.1% para la fibra neutro detergente; para el 0, 10, 20 y 30% de cenizas de madera respectivamente. Para todos los nutrientes los valores de digestibilidad tienden a ser mayor en el testigo (0%).

En el caso de la digestibilidad de la fibra neutro detergente tuvo un efecto lineal ($P < 0.05$), sin embargo fue contrario a lo esperado, es decir el tratamiento testigo (0%) tuvo la más alta digestibilidad (61.1%) comparado con el resto de los tratamientos que fueron 59.1, 58.2 para el 10, 20 y 30% de cenizas, respectivamente.

Los resultados anteriores muy probablemente se deban al hecho de que las cenizas usadas contenían grasa del pollo en demacia, lo que pudo haber impedido la formación de sales de cloruro (KCl) evitando el efecto saponificante en las redecillas de lignina que cubren la celulosa de la paja de paja de trigo.

Lo anterior puede demostrarse al observar las Tablas 1, 3 y 4 donde la concentración de minerales en las cenizas, cenizas disueltas en agua, paja y raciones es baja para poder ejercer un efecto saponificante.

Garza (1989) y Cruz (1989), encontraron concentraciones de minerales (K y Ca) en cenizas, raciones y pajas tratadas mucho mayores a las reportadas en este estudio. Por lo que se concluye que las pajas de trigo fueron tratadas únicamente con agua lo que produjo una pérdida de nutrientes de la paja al remojarce con agua.

Además al comparar las digestibilidades in vitro de la materia seca (DIVMS) no fueron afectadas por el tratamiento alcalino; sin embargo, la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMS) tuvo efectos lineales, cuadráticos y cúbicos ($P < 0.05$) correspondiendo el valor más alto para el 10% (58.1%) seguido por el 30% (57.2), 20% (56.0) y finalmente el 0% (54.4).

Nolte et al., (1987), encontraron que la (DIVMS) de la paja tratada con cenizas de madera aumentó conforme se aumentó la cantidad de ceniza aplicada.

Por otra parte, al comparar las digestibilidades in vivo de los nutrientes, entre chivos y borregos, consumiendo la misma ración conteniendo paja de trigo tratada con 30% - cenizas de madera, no hubo diferencias significativas.

La digestibilidad de la materia seca fue 52.7 y 53.4, - la de la materia orgánica fue 59.1 y 60.0, la de la proteína cruda fue 67.7 y 68.6, la de la fibra neutro detergente fue 56.2 y 56.0 por último de la fibra ácido detergente fue

de 50.1 y 50.1 para borregos y chivos respectivamente.

Con los resultados anteriores se demuestra que no hubo diferencias en las digestibilidades entre estas especies. Nicol et al., (1987), menciona que en la práctica cuando las cabras y borregos son alimentados a base de forrajes toscos, es muy probable que no existan diferencias en la digestión de este alimento, más bien la consideración más importante que deberá hacerse es en la diferencia de peso de los animales. Lo anterior y los resultados en el estudio muestran que los rumiantes, al ser alimentados en confinamiento con forrajes toscos sin la oportunidad de seleccionar otros alimentos, su fisiología digestiva tiene muy poca diferencia entre especies.

TABLA 5

MEDIDAS DE LOS PESOS (kg), CONSUMOS (gr/d) Y CONSUMOS ESTANDARIZADOS (gr/kgPV) DE LOS BORREGOS Y CHIVOS INGIRIENDO RACIONES EN BASE A PAJA DE TRIGO CON S.A.C.M.

| CONCEPTO | T R A T A M I E N T O S | | | | CHIVOS | |
|-------------------|-------------------------|---------|---------|-------|--------------------|----------|
| | BORREGOS | | | | CONTRASTES | 30 EE*** |
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 30 | EE*** |
| Peso inicial (Kg) | 35.0 | 36.8 | 33.6 | 33.7 | 28.5 | 1.5 |
| Consumos | | | | | | |
| Materia seca | 761.5 | 844.9 | 839.5 | 876.5 | - | 36.1 |
| Materia seca* | 21.5 | 23.0 | 25.2 | 26.0 | LINEAL (P 0.05) | 0.9 |
| Materia orgánica | 634.2 | 727.9 | 716.4 | 769.0 | - | 35.3 |
| Materia orgánica* | 17.9B | 19.9AB | 21.5AB | 22.8A | LINEAL (P 0.05) | 0.9 |
| Proteína cruda | 80.6 | 91.3 | 82.9 | 90.9 | - | 4.2 |
| Proteína cruda* | 2.2 | 2.5 | 2.4 | 2.7 | - | 0.1 |
| FDN | 557.3 | 691.8 | 585.6 | 633.5 | - | 29.1 |
| FDN* | 25.7 | 18.9 | 17.5 | 18.5 | - | 0.7 |
| FDA | 349.4 | 322.3 | 390.5 | 420.1 | - | 19.3 |
| FDA* | 9.86B | 11.54AB | 11.73AB | 12.4A | LINEAL (P 0.05) | 0.5 |

* : Medidas estandarizadas al peso (g/kg BS)

** EE: Error estándar, n = 3 (comparación entre 0, 10, 20 y 30% de cenizas en borrego)

*** EE: Error estándar, n = 3 (comparación entre borregos y chivos al 30% de cenizas)

CONTRASTE: En base a polígonos octagonales; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fib. det. ácido S.A.C.M.: Soluciones alcalinas de cenizas de madera

TABLA 6

MEDIDAS DE LAS DIGESTIBILIDADES (%) DE LOS BORREGOS Y CHIVOS CONSUMIENDO RACIONES EN BASE A PAJA DE TRIGO TRATADA CON S.A.C.M.

| CONCEPTO | T R A T A M I E N T O S | | | | | | CHIVOS 30% | EE** |
|-------------------------|-------------------------|------|------|------|-----|-----------------|---------------|------|
| | B O R R E G O S | | | | | | | |
| | 0 | 10 | 20 | 30 | EE* | CONTRASTES | | |
| DIGESTIBILIDAD IN VIVO | | | | | | | | |
| Materia seca | 57.6 | 5.4 | 56.5 | 52.7 | 0.9 | - | 53.4 | 0.6 |
| Materia orgánica | 60.8 | 57.5 | 60.8 | 59.1 | 0.7 | - | 60.0 | 0.6 |
| Proteína cruda | 71.3 | 69.7 | 67.2 | 67.7 | 1.1 | - | 68.8 | 0.9 |
| F.D.N. | 61.1 | 59.1 | 58.2 | 56.2 | 0.7 | LINEAL (P 0.05) | 56.1 | 0.6 |
| F.D.A. | 54.5 | 51.8 | 53.0 | 50.1 | 0.9 | - | 50.7 | 0.8 |
| DIGESTIBILIDAD IN VITRO | | | | | | | | |
| Materia seca | 48.8 | 51.1 | 49.8 | 46.6 | 0.4 | - | 54.3 | 1.0 |
| Materia orgánica | 54.4 | 58.1 | 56.0 | 57.2 | 0.4 | L-C-Q (P 0.05) | 59.4 | 0.5 |

* EE: Error estándar, n = 3 (entre borregos exclusivamente)
 ** EE: Error estándar, n = 3 (comparación entre borregos y chivos al 30% de cenizas)
 F.D.N.: Fibra detergente neutro
 F.D.A.: Fibra detergente ácido
 S.A.C.M.: Soluciones alcalinas de cenizas de madera
 L: Lineal
 C: Cuadrático
 Q: Cúbico

CONCLUSIONES

Las cenizas de madera provenientes de azaderos de pollo, no son recomendables para usarse en tratamiento de pajas para mejorar su digestibilidad debido a que la grasa de la piel del pollo disuelta en las cenizas no permite la liberación de minerales para formar cloruros al mezclarse con el agua.

Debido a que las digestibilidades fueron reducidas, al tratar con agua las pajas de los tratamientos 10, 20 y 30% comparados con el no tratado con agua 0%, no se recomienda remojar las pajas con agua ya que esto produce pérdidas de material orgánico de la paja.

La digestibilidad de los nutrientes de las raciones conteniendo paja de trigo con 30% fueron iguales entre chivos y borregos, por lo que se concluye que no existe diferencia en la fisiología digestiva entre estas especies cuando son alimentadas con raciones conteniendo forrajes de baja calidad.

RESUMEN

Se usaron 12 borregos castrados, de diferentes razas, - con un peso promedio de 35 kg. y 3 chivos también castrados, criollos y con un peso promedio de 30 kgs. todos ellos estuvieron confinados en jaulas metabólicas y aleatoriamente - (3/tratamiento) agrupados bajo un diseño completamente al - azar consumiendo 4 raciones-tratamiento, conteniendo 85% de paja de trigo tratado con 0, 10, 20 y 30% de solución alcalina de ceniza de madera (SACM).

El resto de los ingredientes fueron: harina de soya en un 8%, grano de sorgo 1%, melaza 5% y urea 1%, las raciones se balancearon para cubrir los requerimientos de mantenimienuto de borregos (10% PC, y 2.3 Mcal. EM/kg BS).

Durante diez días (período de adaptación) los borregos y chivos recibieron cantidades de alimento, que se incremenutaron hasta alcanzar un consumo diario, equivalente al 3% (tal como consumido) de su peso vivo. Los siguientes siete días (período de colección) se obtuvieron muestras diarias del alimento (ofrecido-rechazado) y de las heces fecales.

Para el humedecimiento, secado, molido y mezclado en -- las raciones de paja de trigo, se siguió el procedimiento - descrito por Nolte. Las muestras de heces y alimentos se - les determinó la materia seca, materia orgánica y proteína

cruda. Además, la fibra ácido detergente y la fibra neutro detergente, siguiendo el procedimiento descrito por Van - - Soest, 1982.

Los coeficientes de digestibilidad para cada nutriente fueron calculados siguiendo el procedimiento de Church, la digestibilidad in vitro de la materia seca y orgánica se de terminó de acuerdo a la metodología empleada por Tilley y - Terrey, 1963.

Al comparar las digestibilidades in vivo de los nutrientes, entre chivos y borregos, consumiendo la misma ración - conteniendo paja de trigo tratada con 30% cenizas de madera, no hubo diferencias significativas.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1975. Official Methods of Analysis (13 th).
Association Official Analitica Chemists.
Washington, D.C.
- Baker, A.J., M.A. Millet, y L.D. Satter, 1985 Wood and Wood
based Residues in animal feeds. En: Jackson 1978
Métodos del tratamiento de la paja para la Alimen
tación Animal. FAO. ROMA.
- Barnes, R.F. y G.C. Marten. 1979 Recent developments in pre
dicting forage quality. J. Anim. Sei 48: 1554- -
1561.
- Barradas, H. 1981. Uso de esquilmos agrícolas. Subproduc
tos agroindustriales y forrajes de corte en la -
Alimentación Animal. Ganadero. 6: 35-42.
- Bermúdez, E.J. 1989. Alternativas del mejoramiento del uso
de esquilmos agrícolas para la alimentación de -
ovinos. Memorias del II Congreso Nacional de Pro
ducción Ovina. San Luis Potosí, México.
- Cajal, M.C. 1986. En: Shimada, A. 1987. Pretratamientos al
calinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo
para rumiantes. AMENA. México, pp. 61-70.

- Concellón, M.A. 1967. Nutrición animal práctica AEDOS. España.
- Cruz, C.F. y R.G. Ramírez. L. 1989. Efecto en la digestibilidad de borregos comiendo raciones de maíz tratado con cenizas de madera. Memorias del II Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí, México.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 3 Nutrición práctica. Acribia. España.
- Donefer, E. y Pathirana K.K. 1976. Composition and digestibility of untreated and treated bagasse samples. En Jackson M.G. 1976 Métodos de tratamiento de la paja para la Alimentación Animal. FAO. ROMA.
- Díaz-Romeau, R y A. Hunter, 1978. Metodología de muestreo - de suelos, análisis químicos del suelo y tejido vegetal y de investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica. CATIE (MIMEO).
- Egan, A. R. 1986. Principles of Supplementation of Poor Quality Ruminants With Nitrogen. En Memorias del II Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí, México.

- 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 analysis apparatus, reagents, procedures and some applications. U.S.D.A.-A.R.S., Handbook No. 379.
- Harbers, L.H., G.L. Kreitner, G.V. Davis Jr., M.A. Rasmussen y L.R. Corah. 1982. Ruminal digestion of ammonium hydroxide treated wheat straw observed by scanning electron microscopy. J. Anim. Sci. 54: 1309-1319.
- Huerta, H.R. y R.G. Ramírez L. 1989. Efecto en la digestión de borregos consumiendo raciones conteniendo paja de buffel tratada con cenizas de madera. Memorias del II Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí, México.
- Jackson, M.G. 1978. Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal. FAO. ROMA.
- Kerley, M.S., G.C. Fahey Jr., L.L. Berger, J.M. Gould y F. L. Backer. 1985. En: Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su va-

lor nutritivo para rumiantes. AMENA. México. pp. 61-70.

Koers, W., M. Prokop y T.J. Klopfenstein. 1972. Sodium hydroxide treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 35: 1131 (Abstra).

Klopfenstein, T.J., V.E. Krause, M.J. Jones y W. Woods. 1972. Chemical treatment of low quality roughages. J. Anim. Sci. 35: 418-422.

Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 35: 841-848.

Lin, K.W., D.M. Schaefer, M.R. Ladisch, J.A. Patterson y C.H. Noller. 1986. In vitro anaerobic fermentation of alkali-treated corn stover by rumen microbes. J. Anim. Sci 62: 822-829.

Llamas, G. I. Santacruz y R. Gómez. 1986. Respuestas de esquilmos de cereales y leguminosas, y de subproductos de algodón al tratamiento alcalino con amoníaco (NH₃) o Hidróxido de Sodio (NaOH). Técnica Pecuaria. México. 51:68-80.

Lloyd, L.E., B.E. Mc. Donald, E.W. Crampton 1978. Fundamentals of Nutrition (2nd Ed) Logman, New York.

- Males, J.R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. J. Anim. Sci. 65: 1124-1130.
- Maynard, L.E., J.K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Mc Graw Hill. México.
- Mc Donald, P., R.A. Edwards, y J.F. Greenhaigh. 1970. Nutrición Animal. Acriba. España.
- Mc Donald, P., R.A. Edwards y J.F. Greenhaigh. 1981. Nutrición Animal. Acriba. España.
- Medrano, J.A. 1987. Alimentación de los ovinos con esquilmos agrícolas. Ganadero. XII (4): 58-64.
- Morrison, F.B. 1969. Fundamentos de nutrición animal. (Alimento y alimentación del ganado). Tomo I Unión Tipográfica Americana.
- Moya, G.N. 1982. Cómo transformar la paja y otros esquilmos agrícolas en alimento valioso para rumiantes. Ganadero 7(5): 36-41.
- Nicol, A.M., D.P. Poppi, M.R. Alam, H.A. Collins, 1987. Dietary differences between goats and sheep. The New Zealand grassland association. 48: 199-205.

- Nolte, M.E., J.H. Cline, B.A. Dehority, S.C. Leach y C.F. Parker. 1987. Treatment of wheat straw alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by ruminants. J. Anim. Sci. 64: -- 669-677.
- Ololade, B.C., D.N. Mowat y J.E. Winch. 1970. The Effect of processing methods on the in vitro digestibility of sodium hydroxide de treated roughage. En: Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical treatment - of crop residues J. Anim. 46: 841-848.
- Owen, E. 1978. Processing of roughages. En recent advances in animal nutrition. Eds. W. Haresing y Dilewin - London, Butterwordhs. 127-148.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de Alimentación Animal. 3a. edición. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Pigden, W.J. y Bender F. 1972. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Rev. Mundial Zoot. - 4: 7-10.
- Randel, P.E., A. Ramirez, R. Carrero e I. Valencio, 1972. - Alkali trated and raw sugarcane bagasse as roug-- hages in complete rations for lactating cows. En Moya 1982. Como transformar las pajas y los es- -

quilmos agrícolas en alimento valioso para rumiantes.

- Rexen, F. y Thomsen. 1976. The effect on digestibility of a new technique and bagasse for cattle feeds by - alkali treatments. En: Klopfenstein, T.J. 1978. - Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46: 841-848.
- Sánchez, E.J. 1976. Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. Técnica Pecuaria, México. 31: 68-74.
- Saxena, S.K., D.E. Otterby, J.D. Donker y A.L. Good. 1971. Effects of feeding alkali treated oat straw supplemented with soybean meal or nonprotein nitrogen on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. J. Anim. Sci. 33: 485-490.
- Sep-Fao, 1982. (Basado en el trabajo de Koesiag). Manuales para la educación agropecuaria, área producción animal "Ovinos" Ed. Trillas.
- Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. AMENA. México. pp. 61-70.

- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie, 1980. Principles on Procedures of Statistics. 2a. edición Mc Graw Hill Book, Co. New York.
- Stuart, R. 1977. Los residuos agrícolas y sus posibilidades de empleo en la alimentación del ganado. Boletín de reseñas. Cuba.
- Tilley, J.M.A. y R.A. Terrey 1963. A two stage technique for the in vitro digestion on forage crops. J. - Brit Grassl Soc. 18. 104.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant; - Ruminant Metabolism, Nutritional Strategies, Cornell Books.
- Viana, C.M. Shimada, A.S. y Calderón F.M. 1978. Técnica Pecuaria, México. 35: 48-55.
- Villavicencio, E. 1982. Revisión del uso de algunos subproductos agrícolas e industriales en la alimentación animal. Ganadero. 7: 17-20.

03773

