

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**EFEECTO EN LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE
CUATRO FORRAJES TRATADOS CON SOLUCIONES
ALCALINAS PROVENIENTES DE CENIZAS
DE MADERA,**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

JUAN CARLOS FERNANDEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

MARZO DE 1989

T

SF97

F4

C.1



1080062275

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO EN LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE
CUATRO FORRAJES TRATADOS CON SOLUCIONES
ALCALINAS PROVENIENTES DE CENIZAS
DE MADERA,

T E S I S

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

P R E S E N T A

JUAN CARLOS FERNANDEZ ALVAREZ

MARIN, N. L.

MARZO DE 1989

09723

T
SF 97
F4



Biblioteca Central
Maza Solidaridad

F. Tesis

040.633
FA 28
V 989
C. 5

ONDO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

TITULO

EFFECTO EN LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE CUA
TRO FORRAJES TRATADOS CON SOLUCIONES ALCALII
NAS PROVENIENTES DE CENIZAS DE MADERA.

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

PRESENTA:

JUAN CARLOS FERNANDEZ ALVAREZ

COMISION REVISORA



Ph.D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Sr. José Manuel Fernández García.

Sra. Teresa Alvarez de Fernández (+)

Quienes con su apoyo y cariño lograron culminar una de mis metas mas importantes en la vida.

A MIS HERMANOS:

José Manuel

Jorge

Martín

Cesar

Luis Roberto

María Teresa

Por su gran apoyo, con gran cariño y amor.

A MIS CUÑADAS:

Sonia Arellano

Lourdes Aguirre

Con agradecimiento y cariño.

A MIS SOBRINOS:

Brenda Azucena

José Manuel

Teresa Aurora

Jorge

Quien con sus sonrisas inocentes inspiran alegría y el pro seguir del camino.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Por su gran amistad brindada y con quienes una gran parte - de mi vida comparti.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

Ph.D. ROQUE G. RAMIREZ LOZANO

Por su acertada conducción y valiosos consejos en el desarrollo de este trabajo como parte final de mi carrera profesional.

AL ING. FELIPE DE JESUS CARDENAS GUZMAN

Jefe del Laboratorio de Bromatología de la F.A.U.A.N.L., por sus atenciones y ayuda prestada durante el presente trabajo.

A LA Q.B.P. LUZ MA. MURILLO

Por su colaboración brindada en el presente trabajo.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. LITERATURA REVISADA.....	3
2.1. Digestión de los Nutrientes.....	4
2.2. Digestibilidad.....	5
2.2.1. Digestibilidad aparente.....	6
2.2.2. Digestibilidad verdadera.....	6
2.3. Factores que influyen en la digestibilidad.....	7
2.4. Tratamientos Físicos.....	11
2.4.1. Picado.....	11
2.4.2. Molido.....	12
2.4.3. Pelitizado o comprimido.....	12
2.4.4. Cocción y cocido.....	13
2.4.5. Humedecimiento.....	13
2.5. Tratamientos Químicos.....	13
2.6. Tratamiento Biológico.....	16
2.7. Maíz.....	16
2.8. Zacate Buffel.....	17
2.9. Sorgo.....	18
2.10. Olote de Maíz.....	19
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. Preparación de los Tratamientos.....	21
3.2. Preparación de Raciones.....	22
3.3. Determinación de Materia Seca y Materia Orgánica	23
3.4. Determinación de la Digestibilidad in vitro de - los Forrajes.....	23

	Pág.
3.5. Determinación de Proteína.....	25
3.6. Determinación FDN.....	26
3.7. Determinación FDA.....	26
3.8. Determinación de Lignina.....	27
3.9. Análisis Estadísticos.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
V. RESUMEN.....	39
VI. CONCLUSION.....	41
VII. BIBLIOGRAFIA.....	43

INDICE DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	Contenido de nutrientes (%) digestibilidad in vitro (%) del olote de maíz y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.....	31
2	Contenido de nutrientes (%) digestibilidad in vitro (%) de la paja de sorgo y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.....	33
3	Contenido de nutrientes (%) digestibilidad in vitro (%) del rastrojo de maíz y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.....	36
4	Contenido de nutrientes (%) digestibilidad in vitro (%) de la paja de buffel y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.....	38

I. INTRODUCCION

Debido al incremento demográfico que se ha venido suscitando en nuestro país en estas últimas décadas, existe una mayor demanda de alimentos proteícos de origen animal por parte de la población lo que nos lleva a incrementar y mejorar el desarrollo y producción de las explotaciones pecuarias con el fin de satisfacer dichas necesidades.

Los ruminantes 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 (Church, 1974).

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

En México, las explotaciones pecuarias tienen como principal problema el suministro de alimentos concentrados, ya que estos presentan un alto incremento en los costos, esto ha hecho que estos sean poco usados en la engorda o cebo de ruminantes (novillos, borregos, cabras).

En las estaciones experimentales pecuarias actualmente se estan efectuando grandes investigaciones, en el campo de la nutrición animal con el fin de mejorar los sistemas de explota--ción pecuaria. Una de varias investigaciones es la de poder - incrementar el valor digestible de los esquilmos agrícolas a - base de soluciones alcalinas preparadas con cenizas de madera- para mejorar la digestibilidad de la fibra por parte del ru--miente.

El presente trabajo fué planeado con el objetivo de compa- rar los parámetros de digestibilidad in vitro de cuatro ingre- dientes (olote de maíz, sorgo, buffel, maíz) tratados con solu- ciones alcalinas provinientes de cenizas de madera.

II. LITERATURA REVISADA

Desde que el hombre se hizo sedentario, los animales herbívoros como los rumiantes han sido de gran importancia para él, ya que estos le proporciona productos de origen animal como -- carne, leche y piel, que forman parte de su alimentación y vestido.

El rumiante ocupa una posición relativamente estratégica para el hombre, por hacer alimento aprovechable para él a partir de recursos fibrosos y no protéicos, además de que no es--tan en competencia con él por alimento (Van Soest, 1982).

Las especies herbívoras presentan modificaciones en sus -- estómagos e intestinos que les permite utilizar celulosa y --- otros polisacáridos vegetales como la hemicelulosa (Curch, --- 1974).

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

Como los animales herbívoros no son capaces de producir -- por sí mismos enzimas celulóticas, han desarrollado sistemas -- para utilizar indirectamente la celulosa y los polisacáridos -- vegetales semejantes convirtiéndose en hospederos de microorga

nismos simbióticos (Church, 1974).

El estómago de los rumiantes, se ha desarrollado de tal manera en un órgano que permite una intensa fermentación microbiana pregastrica. La fermentación microbiana tiene lugar en el intestino, principalmente en el colon y ciego de todos los animales, aunque la fermentación pregastrica queda limitada a los rumiantes, falsos rumiantes y otras especies aisladas, llevándose a cabo en el rumen (Church, 1974).

El papel digestivo que los microorganismos juegan no constituye mas que una de las consecuencias de sus presencia, puesto que ellos viven por su propia cuenta, utilizando ciertas materias para la elaboración de sus propias sustancias y dejan en libertad en el medio productos que pueden ser útiles, perjudiciales o indiferentes para el huésped. En suma, debemos destacar simplemente desde el punto de vista fisiológico de la digestión que los rumiantes utilizan sus restos (Concéllo, 1967).

2.1. Digestión de los Nutrientes

Es el proceso involucrado en la degradación de diversos nutrientes presentes en las materias primas en entidades denominados productos finales, los que pueden ser absorbidos del rumen del tracto digestivo. La mayoría de estos procesos se llevan a cabo a través de la acción de varias enzimas, las cuales se encuentran presentes en los diversos jugos digestivos que se secretan en el tracto digestivo (Cullison, 1983).

La digestión se efectúa por el proceso químico de hidrólisis

lisis, que consiste en el rompimiento de las moléculas grandes, por la introducción de agua entre los átomos. Cada reacción de hidrólisis es puesta en marcha por una enzima que son específicas para cada paso y compuesto (De Alba, 1971).

Al realizar la digestión los compuestos alimenticios complejos; como las proteínas y el almidón se descomponen en --- cuerpos mucho más sencillos. Estos cambios químicos se realizan por la acción de las enzimas de los jugos digestivos. Ninguna enzima producida por el tubo digestivo es capaz de digerir la celulosa y los pentosanas que forman las paredes celulares de las plantas y constituyen una gran parte de todos los forrajes. No obstante estas sustancias son atacadas por bacterias en las tres primeras cavidades del estómago de los rumiantes, en el ciego de los caballos y, en menor grado en el intestino grueso de otros animales. Dichas bacterias descomponen la celulosa al animal, como los azúcares.

En este proceso se forman gases (principalmente anhídrido carbónico y metano) y se genera calor. Los gases no tienen -- ningun valor para el animal y el calor producido es también -- desperdicio, a menos que el animal lo necesite para conservar la temperatura normal del cuerpo. Esta digestión bacteriana -- es menos eficiente que la digestión de almidón por la acción -- de las enzimas (Morrison, 1969).

2.2. Digestibilidad

El término digestibilidad es normalmente tomado para indi

car que los nutrientes y sustancias afines son absorbidas del tracto digestivo una vez atacadas por alguna enzima digestiva o desintegrada por la microflora.

El valor potencial de un alimento para suministrar un determinado nutriente puede conocerse mediante análisis químico, pero el valor real que tiene para el animal es siempre inferior, ya que durante la digestión, absorción y metabolismo se producen pérdidas.

Se comprende fácilmente que no hay alimentación racional posible sin la evaluación de estas pérdidas, esto condujo a los fisiólogos a estudiar la digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva de un alimento.

La digestibilidad de un alimento se define como la porción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbido; por lo general se representa como coeficiente de digestibilidad, que se expresan en porcentaje de materia seca (Mc Donald, 1970).

2.2.1. Digestibilidad aparente.

Es el resultado de la diferencia entre el alimento ingerido y la materia que no es recobrada en los heces y se expresa como porcentaje de lo ingerido (Crampton y Harris, 1974).

2.2.2. Digestibilidad verdadera.

Esta es la digestibilidad aparente menos los valores de

compuestos de origen metabólico o endógeno como algunas partes de jugos digestivos, la descamación de los epitelios y microorganismos que se mueven en el intestino grueso (De Alba, 1971).

Van Soest (1973) dice que la digestibilidad verdadera de todas las raciones forrajeras y alimentos protéicos es siempre mas alta que la digestibilidad aparente, debido a que parte de las heces son de origen metabólico.

2.3. Factores que influyen en la digestibilidad

Los coeficientes de digestión no son causantes para un alimento dado ni para una especie dada, pues son influidos por factores variables. Como la descomposición de los hidratos de carbono por la bacteria del rumen y la digestión de otros nutrientes son afectados por la naturaleza y relaciones de los nutrientes ingeridos.

La digestibilidad es limitada por falta de tiempo para la acción digestiva completa sobre las sustancias menos digestibles, por incompleta absorción o por el rápido tránsito del alimento en el conducto digestivo. Si el tránsito es demasiado lento en el intestino, el alimento está expuesto a fermentaciones destructivas. La falta de tiempo en la digestión o absorción explica por que, cuando la ingestión de alimentos sobrepasa un valor determinado, la digestibilidad de todos los nutrientes tiende a decender (Maynard, 1975).

La fibra bruta tiende a afectar la digestibilidad, protegiendo los constituyentes del alimento frente al ataque de los

jugos digestivos (Cyril, 1964). La fracción de fibra bruta influye sobre manera en su digestibilidad tanto en su cantidad como en su composición química. La celulosa pura es rápidamente digerible por los rumiantes, incluso por algunos no rumiantes, pero si la celulosa va acompañada de lignina, la digestibilidad de la fracción de fibra bruta disminuye (Jacob, 1973).

Los forrajes de baja calidad son utilizados en forma ineficiente por los rumiantes, debido a su alto contenido y a la vez baja digestibilidad, de la fracción fibrosa. Esta pobre digestibilidad esta relacionada con la extensión de la lignificación de los componentes de la pared celular de estos forrajes de baja calidad (Kamastra et al. 1958, Van Soest, 1967).

Van Soest (1968) señaló que el valor nutritivo depende parcialmente de la disponibilidad de los nutrientes presentes en las plantas para los animales y esta a su vez, esta controlada por la composición química. Los principales factores que limitan la utilización de la celulosa y hemicelulosa, son el contenido de lignina y de sílice y la cantidad total de pared celular.

Existen factores físicos que afectan la digestibilidad de los esquilmos agrícolas, uno de ellos es el tamaño de la partícula, la capacidad de hinchamiento y la porosidad de la pared celular.

El tamaño de la partícula es importante debido a que aumenta la superficie de contacto y así es mas fácilmente degra-

dado por la flora microbiana. El grado de hinchamiento es considerado como el factor más importante, ya que aumenta el tamaño de los diferentes poros, lo cual es indispensable para que la molécula de celulosa penetre al substrato. El concepto de porosidad de la pared celular, es importante debido a que la digestibilidad esta determinada por el grado de porosidad. Se menciona que no existe digestibilidad cuando la pared celular cuenta con poros medianos.

Uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la ganadería del país, es la tremenda escasez de alimento que existe sobre todo en los meses de sequía, donde la producción de forraje y alimentos concentrados decrecen alarmantemente o --- vuelve prohibitiva la explotación animal desde el punto de vista econpomico (Rojas, 1981).

García (1982) menciona que la producción de esquilmos --- agrícolas, subproductos agroindustriales y desechos orgánicos en México alcanza la cifra de 93 millones de toneladas anuales lo que representa un 20% de las necesidades de forraje en nuestro país. Por lo tanto debemos considerar esta alternativa para hacer la substitución parcial de la alimentación, además de crear con ello una reducción en el costo de producción. Comunmente la mayor parte de los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales son desperdiciados o mal utilizados.

Algunos de los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales que pueden encontrarse en México en cantidades considerables para ser usados en la alimentación animal son:

- 1.- Esquilmos agrícolas.- Rastrojo de maíz, paja de sorgo, pajas de frijol, cebada, trigo, algodón, soya, arroz, avena, olote y otros.
- 2.- Subproductos agro-industriales.- Bagazo de caña, melaza, - cascarilla de trigo, salvado de trigo, harina de pescado, - harina de sangre, etc.

El uso potencial de la paja como alimento animal, es merecedor de tomarse en cuenta considerando la cualidad única que poseen los rumiantes para utilizar la celulosa sobre materiales con alto contenido de fibra. No obstante su baja digestibilidad y el pobre valor nutritivo de la misma (Waiss et al., 1972).

En la actualidad, la máxima prioridad en materia de investigación, 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- proporciona la información necesaria para conseguir que la paja sea consumida por el ganado de una manera óptima en todas circunstancias. La necesidad de disponer de mas información a este respecto se aplica a forrajes bastos en general y no solo a la paja. La paja tratada puede sustituir al pasto seco o ensilaje en el régimen de alimentación, si la diferencia del contenido de proteínas entre aquella y estos, se compensa con un complemento (Jackson, 1978).

Aunque la suplementación con proteínas, minerales y vitaminas es necesario para la mínima utilización de las pajas, --

la sola suplementación no superara los inconvenientes del bajo consumo y el bajo contenido de energía metabolizable. La literatura reporta que los esquilmos y pajas pueden ser mejor utilizados por el animal rumiante si son tratados, para lo cual se manejan los siguientes términos que tienen por objetivo: aumentar la digestibilidad o el consumo voluntario, elevando con ello la ingestión en enzimas digestibles (Jackson, 1978).

Medrano (1987) indica que la utilización de los sub-productos fibrosos se pueden incrementar en general por tratamientos físicos, químicos y biológicos.

2.4. Tratamientos Físicos

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

2.4.1. Picado.

La razón de picar el rastrojo es a veces la mala calidad de este, ya que si no se pica, el ganado come inicialmente las hojas, rechazando los tallos; en cambio, cuando el forraje es picado se aprovecha todo este (Bermejo, 1971).

Morrison (1969) menciona que la utilidad de cortar o triturar los alimentos depende de las características de cada alimento en particular y de la clase de animal a que se vaya a su

ministrar.

García (1982) señala que las pajas enteras sin procesar - representan el 80% de pérdidas y el picado de estos materiales permite que se aprovechen en un 100% por los animales.

2.4.2. Molido.

En los rastrojos o henos no es necesario romper ninguna - cubierta resistente.

En consecuencia la masticación ordinaria del ganado parte el forraje en partículas que puedan ser atacadas fácilmente -- por los jugos digestivos, por lo tanto el gasto económico de moler el forraje solo esta justificado cuando sirve para que - los animales puedan comer las partes mas leñosas que de otro- modo se desperdiciarían, o cuando contribuye a que los anima- les consuman mayor cantidad de forraje (Morrison, 1969).

En ocasiones el molido de los materiales toscos se hace - exclusivamente para facilitar el mezclado con otros ingredien- tes y producir dietas completas.

2.4.3. Peletizado o comprimidos.

Los forrajes suelen molerse o picarse antes de ser peleti- zados en tamaños que oscilan de 4.7 a 10.05 mm. Según el uso- que se desea dar al forraje, el peletizado de forraje facilita además del consumo su manejo y almacenamiento (Church, 1974).

Webb y Camrik (1957) encontraron las ganancias diarias en 175% con relación al heno empacado y troceado y disminuyeron -

las necesidades de alimento en un 45%.

2.4.4. Cocción y cocido.

Hace años se pensaba que era muy conveniente conocer los alimentos y que esto aumentaba notablemente su valor nutritivo (Bermejo, 1971). Sin embargo, Morrison (1969) en un experimento llevado a cabo en Ohio, el heno de alfalfa y el rastrojo de maíz cocido a vapor, dados al ganado vacuno de engorda redujeron el aumento de peso y aminoraron los beneficios, a un sin - agregar a los gastos el valor del combustible y el trabajo empleado en la cocción.

2.4.5. Humedecido.

Aunque parezca mentira el simple hecho de mojar con agua los rastrojos o pajas aumenta notablemente el consumo y en poca proporción su valor nutritivo.

2.5. Tratamientos Químicos

Los tratamientos químicos es otra de las alternativas para la utilización de esquilmos agrícolas, las metas químicas - comunmente utilizadas son las basadas en el uso de soluciones alcalinas, tales como se describen en los métodos Bechman y -- Torgmishy (Jackson, 1979).

El método Bechman consiste en tratar la paja picada previamente con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1.5% utilizandose 10 lt de solución por cada kg de paja. Esta se de ja reposar de 4 a 25 horas a temperatura ambiente para después

lavar la paja con 40 a 50 lt de agua por kg de paja para eliminar el alcali residual, después de esto la paja ya puede ser consumida por los animales con un aumento en la digestibilidad de la materia orgánica a más de 65% (Gutiérrez, 1981).

El modo de acción más aceptado es el del hidróxido de sodio, es que rompe los enlaces de lignina con celulosa y hemicelulosa, de esta manera los microorganismos del rumen tienen mayor facilidad para fermentar los carbohidratos estructurales, los esquilmos agrícolas responden de diferentes formas al tratamiento químico (Koens, 1972).

Fernández et al. (1972) encontraron un aumento lineal de la digestibilidad in vitro de la paja tratada de 12 a 14 kg de hidróxido de sodio por cada 100 kg de paja. La técnica de tratamiento alcalino de forrajes de mala calidad, ha tenido buenos resultados que se está extendiendo hacia muchas partes del mundo, comenzando de una manera experimental para después transformarse en una técnica para producción bovina, en forma comercial, la mayor proporción de residuos agrícolas que se producen en México corresponde al rastrojo de maíz, de tal forma, que este residuo ha sido el material más indicado para la experimentación con álcalis, con trabajos realizados y ha llegado a la conclusión de que las sustancias alcalinas que mejor trabajan, ya no en forma individual o combinadas es el hidróxido de sodio (Hernández, 1982).

No obstante, se han investigado otros métodos. En los últimos años se ha experimentado con el ozono (O_3), el peróxido -

de hidrógeno (H_2O_2) y las cenizas de madera (Shimada, 1987).

Recientemente se ha propuesto el empleo de peróxido de hidrógeno (Kerley et al. 1985) aunque los resultados analíticos y de digestibilidad son aceptables, su aplicación por los productores estara limitada por lo poco práctico del método a nivel explotación pecuaria (Shimada, 1987).

Se ha trabajado también en la aplicación de ozono como método deslignificador de productos fibrosos. Los estudios in vitro muestran un notable aumento en la digestibilidad (Ghedalia et al., 1980) que sin embargo no ha podido ser repetido con animales (Bunting et al., 1984). Esto último combinado con la elevada toxicidad del producto químico, hacen dudosa la aplicación de la técnica en un futuro cercano (Shimada, 1987).

Una fuente económica y disponible de material alcalino son las soluciones de cenizas de madera. El empleo de soluciones de ceniza de madera aumenta la digestibilidad de los residuos (Nolte et al. 1987) y de mostrar ese mismo efecto en el comportamiento animal, podría ser un método accesible desde el punto de vista económico del costo del alcali. Sin embargo, tiene la desventaja de que los residuos deben remojarse durante varias horas en la solución mencionada antes de ser ofrecidos (Shimada, 1987).

Nolte et. al. (1987), sugiere que el tratamiento de paja de trigo con un 30% de solución de cenizas de madera por 6 horas, puede incrementar la digestibilidad animal de materia seca, materia orgánica, FDN y FDA dependiendo de la fuente de cenizas de madera y el tipo de fibra altamente tosca disponible.

09723

2.6. Tratamientos Biológico

El método biológico involucra el uso de microorganismos - en lugar de productos químicos. El resultado depende de que - el microorganismo utilizado actúe degradando la porción de --- lignina de la fibra y no la celulosa y la hemicelulosa que el - rumiante es capaz de utilizar. Hasta la fecha los microorga-- nismos actúan tanto sobre la lignina como sobre la fracción ce - lulósica.

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

2.7. Maíz

La cosecha de maíz se destina principalmente a la produc - ción de grano, pero constituye la cosecha principal para ensi - lar. Cuando se produce maíz para grano, el rastrojo o paja -- puede ser un importante alimento de invierno (Flores, 1983).

Ensminger et al. (1983), define al rastrojo de maíz como - la porción de las plantas que quedan cuando las semillas se -- han recolectado. En la cual contiene aproximadamente la cuar - ta parte del valor nutritivo de la planta entera, por lo cual - no debe desaprovecharse como sucede en ocasiones en las explo - taciones productoras de grano, en las cuales se cosecha la ma - zorca sobre la planta en pie y se deja el rastrojo en el campo

sin cortarlo, desperdiciándose en gran cantidad. Cuando no se es posible el almacenamiento de la planta entera, debe llevarse al ganado a los campos de maíz, en los que ya se ha recolectado la cosecha de las mazorcas, para que el ganado aproveche el rastrojo lo más posible y éste no se pierda.

El rastrojo de maíz es muy pobre en principios nutritivos para que pueda formar parte importante de la ración de forraje de las vacas lecheras.

El forraje de esta planta es rico en hidratos de carbono pero pobre en proteínas. El rastrojo de maíz es todavía más pobre en proteínas y posee una relación nutritiva más amplia (poca proteína). Cuando el maíz padece por sequía hasta el punto que no se formen las mazorcas y mueren las plantas, el forraje contiene un porcentaje de proteínas notablemente mayor que el normal, pero el rendimiento total de principios nutritivos será muy reducido. El rastrojo de maíz es algo más rico en calcio que el forraje de la misma planta. Cuando el suelo sea deficiente en calcio, el forraje obtenido será deficiente en este mismo mineral. El rastrojo de maíz es pobre en fósforo, pues la mayor parte de este mineral se acumula en el grano (Flores, 1983).

2.8. Zacate Buffel (Cenchrus ciliare)

Este zacate es originario de las regiones subtropicales y semiáridas de Africa y de la India, en donde se localiza sobre los suelos secos y arenosos.

El zacate buffel es una planta perene, de una corona fuerte y nudosa que produce una masa de raíces largas y fuertes y abundantes, las hojas son alargadas y un poco ásperas; la in--

florescencia es un panículo en forma de espiga de una a cuatro pulgadas de largo, las semillas se encuentran apretadas y son delgadas, con barbas como erizo que se pegan al pelo de los animales, son poco pesadas y el viento las transporta fácilmente, tienen una tonalidad púrpura que las hace fácilmente reconocibles (Flores, 1983).

La principal ventaja de este pasto es que ofrece una gran resistencia a la sequía, aunado a la habilidad de la semilla de retener su viabilidad en suelos secos, es un factor ventajoso en comparación con otros pastos que hace que sea muy aceptado en zonas áridas y semiáridas.

El zacate buffel tiene una buena adaptación en nuestra zona además proporciona muy buenos rendimientos, así como para la conservación del suelo, y en áreas secas el buffel es el mejor.

2.9. Sorgo

El cultivo del sorgo en el mundo, es la base de la alimentación de aproximadamente 700 millones de personas que habitan las regiones semiáridas del trópico (Castillo, 1984).

El cultivo del sorgo ha adquirido mucha importancia en los últimos años y se ha visto que puede substituir al maíz en la mayoría de los usos que este tiene como en la alimentación humana; como forraje y grano para la engorda de animales y también para la industrialización (Robles, 1983).

A fines de los años cuarentas, se establecieron en México

los primeros ensayos experimentales con semillas de variedades de sorgo importados de los E.U. Los antecedentes del sorgo -- fueron que estas gramíneas se adaptaban a zonas demasiado se-- cas para el maíz, dado su origen en las zonas desérticas de -- Africa y Asia (Rodríguez, 1984).

Para 1960 se cultivo en México dandosele un uso exclusivamente forrajero, para el alimento de aves y ganado porcino fundamentalmente. El desarrollo de la avicultura y porcicultura-- que se inició en esa misma época, demanda crecientes volúmenes de grano y el agricultor va descubriendo que en condiciones similares de temporal o de riego, su productividad en volumen y su rentabilidad economica, son mejores que la del maíz, en -- tanto que su problemática de cultivo es mas sencilla de resolver, iniciandose así una competencia y un desplazamiento de su superficie cultivada de maíz por sorgo (Castillo, 1984).

En los últimos años se empieza a entender que el cultivo-- del sorgo no es un enemigo del maíz, sino complementario de este. Ante la realidad actual y futura de demandas crecientes -- de granos básicos alimenticios, el sorgo puede incrementar la-- producción de alimentos por hectárea sembrada (Rodríguez, 1984).

2.10. Olote de Maíz

El olote de maíz (zuro o traucho) es un residuo del cultivo de maíz, el cual es muy empleado en la alimentación de bovinos en las zonas donde el cultivo de maíz es muy extenso.

Morrison (1965) menciona que los estudios realizados en -- la estación de Ohio nos reportan que cuando es suministrado al

ganado vacuno olote de maíz bien molido, proporciona casi la misma cantidad de principios nutritivos digestibles que el heno, pero casi nada de proteínas digestibles, ya que el olote de maíz contiene 32% de fibra y solo 2% de proteína.

Los olotes de maíz es decir el raquis de las espigas, con tienen un 32% de celulosa bruta; aún para los rumiantes, su digestibilidad es del 50% ó sea casi igual que la de la paja de avena o las cubiertas de las semillas de algodón.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio de -- bromatología de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

El trabajo consistio en medir la diferencia en la digesti**u** bilidad in vitro de la materia seca y orgánica en las pajas de maíz, sorgo, buffel y en olote de maíz, tratados con diferen-- tes soluciones de cenizas de madera, así como también la diges**u** tibilidad in vitro de estōs mismos subproductos, mezclados en raciones con melaza, harina de soya (44% P.C.) grano de sor**g**o y urea.

Tambiēn se determinō en los cuatro forrajes toscos, la ma**u** teria seca, materia orgánica, proteīna cruda (AOAC, 1980) fi-- bra detergente ácido (F D A) fibra detergente neutro (F D N) y lignina (Goering y Van Soest, 1970).

3.1. Preparación de los Tratamientos

El tratamiento de las pajas y el olote de maíz consistiō-- en humedecer con soluciones alcalinas provenientes de cenizas-- de madera. La cenizas fueron colectadas directamente de res-- taurantes de la ciudad de Monterrey, N.L. Las cenizas fueron-- filtradas a través de una malla de .5 cm para retener las par-- tes de carbon y pedazos de madera que no se quemaron completa-- mente. Las cenizas cribadas fueron mezcladas con agua, la --- cual fue obtenida del pueblo de Marín, N.L. para hacer las so-- luciones alcalinas que se utilizaron para humedecer los cuatro forrajes toscos. Las proporciones de cenizas que se mezclaron

fueron 10,20,30% con 90,80 y 70% de agua respectivamente. El testigo (0%) no se humedeció.

El humedecimiento de los cuatro forrajes se realizó siguiendo el procedimiento de Nolte et al. (1987) y se tomó una porción considerable de cada uno de los forrajes de las pruebas, las cuales fueron sumergidas en una pila que contenía la solución respectiva preparada con cenizas de madera por un período de 6 horas (mínimo). Después se escurrieron por un período de 12 horas, logrando así recuperar la cantidad de agua que se drenó de las porciones tratadas, para humedecer más porciones semejantes a las anteriores.

Una vez que los forrajes fueron escurridos por aproximadamente 18 horas se procedió a secar los forrajes al aire libre, una vez secos fueron molidos en un molino de martillos; posteriormente los forrajes fueron molidos en una malla de 1mm, obteniendo una muestra uniforme de cada forraje. El molido se guardó en un recipiente de plástico.

3.2. Preparación de Raciones

Las raciones fueron elaboradas usando 85% de cada forraje (paja de maíz, sorgo y olote de maíz) y 70% con paja de buffel. El resto de las mezclas se usaron harina de soya, grano de sorgo, melaza y urea. Las raciones fueron usadas para alimentar borregos y cubrir sus requerimientos de mantenimiento, ya que el propósito fue incluir la mayor cantidad de forraje en las raciones para observar el comportamiento de la digestibilidad.

de la fibra consumida por borregos, en pruebas de digestibilidad in vivo (Garza y Ramírez, 1989; Cruz y Ramírez, 1989; Huerta y Ramírez, 1989).

3.3. Determinación de Materia Seca y Materia Orgánica

A los forrajes y a las raciones se les determinó su contenido de materia seca y materia orgánica. Se puso una muestra de aproximadamente 2 gr en un crisol de porcelana (por duplicado) que fué pesado anteriormente. La muestra fué secada a una temperatura de 105°C durante 24 horas, se dejó enfriar y se anotó el peso del crisol con la muestra, luego fué incinerada en un horno a 500°C durante 6 horas, para posteriormente volver a pesarlo. Seguidamente se calculó el porcentaje de materia seca y el porcentaje de materia orgánica en la muestra (en base a materia seca total o libre de humedad).

3.4. Determinación de la digestibilidad in vitro de los forrajes

A las pajas tratadas y a las raciones se les determinó la digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica usando el método descrito por Tilley y Terry (1963), el cual consta de dos etapas. La primera involucra un período de incubación de 48 horas con microorganismos del rumen en un medio buffer y un segundo término, la digestión con una mezcla de ácido clorhídrico pepsina. Las cantidades de materia seca o materia orgánica que desaparecieron después de ambas etapas se consideraron como digeridas.

Para la digestión in vitro se colocaron aproximadamente - 0.5 gr de la muestra en tubos numerados por duplicado y se separaron tres tubos vacíos que sirvieron como blancos, a cada tubo se le agregaron 40 ml de saliva artificial. Luego se colocaron al azar en el baño maría (en gradillas especiales) a una temperatura de 39°C, inmediatamente se le agregaron a cada tubo 10 ml de líquido ruminal y al mismo tiempo se gaseó cada uno con CO₂ para neutralizar el pH de la muestra. Inmediatamente se tapaban los tubos con su tapón correspondiente y se agitaron suavemente con movimientos de rotación para asegurarse que todas las partículas del forraje estén remojadas con el medio, repitiendo esto dos veces el primer día y tres veces el segundo día, completando así las 48 horas de la primera etapa.

En la segunda etapa se agregó a los tubos 1 ml de HCl al 20% y pasados unos minutos se rotaron los tubos para poder --- agregar otro ml de la misma solución y así sucesivamente hasta completar 6 ml de la solución de HCl al 20% en cada tubo, enseguida se le agregaron 2 ml de una solución de pepsina al 5% -- por tubo rotándose adecuadamente dos veces el primer día y --- tres veces el segundo.

Después de 48 horas de digestión con pepsina y HCl se retiraron los tubos del baño maría y se procedió a filtrar en papel filtro #541 (el cuál fué previamente pesado).

Cada tubo se filtró por separado, teniendo cuidado de que no quedara residuo alguno en el tubo, ayudándose para esto con un agitador con policia de goma. Los papeles filtro con las -

muestras fueron secados en una estufa a una temperatura de ---
105°C (durante la noche) al día siguiente se enfriaron en un -
deseccador y se pesaron, luego estos mismos papeles fueron colo-
cados en crisoles de porcelana y puestos en la mufla a 500°C -
por un período de dos horas, después se dejaron enfriar y se -
pesaron obteniendo así los datos necesarios para desarrollar -
la formula de digestibilidad.

Obtención del líquido ruminal.- El líquido ruminal utili-
zado para la determinación de estas pruebas se obtuvo del ru--
men de una vaca recién sacrificada en el rastro de la F.A.U.A.
N.L. la muestra fué tomada manualmente y depositada en una ga-
sa y reddecilla para poder llevar a cabo un filtrado y poderlo-
depositar en una termo temperizado anteriormente con agua ca--
liente a una temperatura de 60°C para que los microorganismos-
del rumen no sufran un shock térmico el cual baje la viabilidad
de los microorganismos.

3.5. Determinación de Proteína

La determinación de proteína, fué por el método Kjeldhal -
(AOAC, 1980) en el cual el nitrógeno de las proteínas y otros -
compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la -
digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se en-
fría y se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El
amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe-
en una solución de ácido bórico que luego es titulado con una -
solución de ácido estandarizado en presencia de un indicador --
apropiado. Todas las determinaciones de proteína cruda fueron-
por duplicado.

3.6. Determinación (FDN)

La determinación de paredes celulares (FDN) se determinó por el procedimiento descrito por Goering y Van Soest (1970). Por duplicado, se peso 1 gr de la muestra molida y se depositó en un vaso de berzelius de 600 ml después se le agregaron 100-ml de la solución neutra detergente, 2 ml de dicahidro naftaleno y .5 gr de sulfato de sodio, anhidro como antiespumante, -- luego se pasaron al aparato Labconco en el cual se dejaron 60- minutos en ebullición.

Después se filtraba la muestra con vacío a través de un - papel filtro (#541) previamente tarado, inmediatamente después se hacia un lavado con agua caliente varias veces, para des--- pués lavarlas 2 veces con acetona, dejandose secar con el va- cio puesto, ya secos se metian a la estufa de 105°C durante to da la noche y se pesaban al día siguiente, después de haber si do enfriados en un desecador. El residuo de fibra recuperado- se registraría como paredes celulares.

3.7. Determinación (FDA)

La determinación de fibra detergente ácido (FDA) se llevó a cabo por el método descrito por Georing y Van Soest (1970).

Este procedimiento permite una rápida determinación de la ligno-celulosa en los alimentos. Sin embargo, en esta frac--- ción también aparece el sílice. Este método de fibra por áci- do detergente también se emplea como paso preliminar en la de- terminación de la lignina.

Este método se diferencia del anterior solamente en los reactivos y en el filtrado ya que aquí se utilizó la solución-FDA y crisoles de vidrio de fondo poroso (previamente tarados).

3.8. Determinación de Lignina

La determinación de lignina, fué por el método de permanganato (Robertson et al., 1972).

Este método utiliza como primer paso, la técnica empleada para la determinación de fibra (FDA) (aplicando en los cálculos el peso original de la muestra) los crisoles que contenían el FDA se colocaban en una bandeja de vidrio de poca profundidad que contenía agua fría, cuya función era reducir la corriente del paso de la solución a través de los crisoles, la solución era una mezcla de permanganato de potasio saturada con la solución buffer de lignina en la relación 2:1 por volumen.

A cada crisol se le agregaba aproximadamente 25 ml de la solución combinada de KMnO_4 y se le colocaba una barrilla de vidrio con el fin de remover su contenido para desacer los granos y bañar todas las partículas que se adhieren a las paredes internas del crisol con la solución de permanganato, éstos se dejaban en reposo durante 90 minutos evitando que se bajara el nivel de la solución. Después de este tiempo se trasladaban a los crisoles al dispositivo de filtración al vacío y se filtraba todo el líquido remanente. Los crisoles eran puestos otra vez en bandejas de plástico y se llenaban de solución desmineralizadora y se dejaban transcurrir 5 minutos para después vol-

ver a filtrar, este paso se repetía hasta que el filtrado era claro. Luego, el contenido de los crisoles se lavaban con alcohol etílico al 80% se filtraba y se repetía la operación dos veces más inmediatamente después se lavaba con acetona de igual manera que se hizo con el alcohol.

Para obtener el contenido de lignina, se secaban los crisoles durante la noche a 105°C de temperatura luego se dejaban enfriar en un desecador para después pesarlos. El contenido de lignina se calcula en base a la pérdida en peso original de la fibra obtenida por el método ácido detergente (FDA).

3.9. Análisis Estadístico

Los datos de digestibilidad (%) de materia seca y materia orgánica fueron analizados usando un diseño completamente al azar y las medias de los tratamientos fueron comparados usando polinomios ortogonales (Steel y Torrie, 1980).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo se observó el efecto de la adición de diferentes concentraciones (0,10,20 y 30%) de soluciones al calinas provenientes de cenizas de madera en cuatro forrajes - toscos (rástrojo de maíz, paja de sorgo, paja de zacate buffel y olote de maíz), con el fin de comprobar un aumento en la digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica.

La Tabla 1 muestra la digestibilidad in vitro (%) de la materia seca y materia orgánica del olote de maíz solo y con la ración. La digestibilidad in vitro de la materia seca --- (DIVMS;%) del olote de maíz presenta un efecto lineal ($P<0.01$) la cual fue influenciada por el tratamiento de las cenizas de madera. El valor mas alto (41.3%) correspondió al tratamiento del 20% de cenizas y el valor más bajo (35.0%) al tratamiento del 0% (testigo). La digestibilidad in vitro de la materia or gánica (DIVMO;%) también fue influenciada por los tratamientos de cenizas de madera, presentando un efecto lineal ($P<0.01$) -- donde el valor mas alto (41.2%) correspondió al tratamiento -- del 20% y el valor más bajo (36.0%) fue para el tratamiento -- del 0% (testigo) mostrando así un comportamiento similar a --- (DIVMS;%).

La digestibilidad in vitro (%) de la materia seca de la ración (Tabla 1) conteniendo olote de maíz tratado con solucio nes de cenizas de madera, presentó un efecto triple, los cua-- les fueron, lineal ($P<0.01$), cuadrático ($P<0.05$) y cúbico ---- ($P<0.05$), teniendo su valor más alto (61.7%) en el tratamiento

del 20% de cenizas y un valor mas bajo (51.1%) en el tratamien to de cenizas del 10%. Mientras que la materia orgánica tam bién presentó el mismo efecto triple lineal ($P < 0.01$), cuadrá tico ($P < 0.05$) y cúbico ($P < 0.05$), correspondiendo el valor mas alto (61.8%) al tratamiento del 30% de cenizas y el más bajo (50.8%) al tratamiento del 10% de cenizas, mostrando así un comportamiento similar a la (DIVMS,%) de la ración conteniendo olote de maíz. El efecto triple tanto en (DIVMS) y (DIVMO) de muestra que el tratamiento con cenizas de madera tuvo un efec to positivo incrementando la digestibilidad de la celulosa bru ta del olote de maíz. Klopfenstein (1978) explica en resumen el experimento con becerros donde se compara ensilaje de maíz vs. ensilaje de olote de maíz, tratado con 3 kg de NaOH y 1 kg de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ por cada 100 kg de olote. Donde el ensilaje de maíz constituyó el 90% de la dieta, complementandose con 10% de concentrado. El ensilaje de olote constituyó el 80% de la dieta, complementandose con 20% de concentrado en ambos casos en base seca, obteniendo resultados similares entre los dos fo rrajes en cuanto a su digestibilidad.

La Tabla 2 muestra la digestibilidad in vitro (%) de la materia seca y orgánica de la paja de sorgo (sola y con ración). La digestibilidad in vitro (%) de la materia seca de la paja de sorgo (sola) presentó un efecto lineal ($P < 0.01$), en donde el valor mas alto (67.5%) se presentó en el tratamiento del 30% de cenizas y el valor mas bajo (42.6%) en el tratamiento del 0% de cenizas, respondiendo en forma positiva al tratamien to alcalino de las soluciones de cenizas de madera. La diges-

Tabla 1. Contenido de nutrientes (%), digestibilidad in vitro (%) del olote de maíz y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.

Concepto	% Cenizas				EE*	Contrastes
	0	10	20	30		
<u>PAJAS</u>						
Materia seca	94.8	92.9	92.8	92.4		
Materia orgánica	99.4	99.4	99.1	99.3		
Proteína cruda	2.9	2.5	1.6	1.8		
Fibra detergente neutra	89.9	94.0	92.9	93.2		
Fibra detergente ácido	42.5	46.2	46.8	49.4		
Lignina	8.0	8.2	9.9	9.7		
DIVMS ¹	35.0	37.2	41.3	40.2	1.0	Lineal (P<.01)
DIVMO ²	36.0	37.1	41.2	40.2	0.9	Lineal (P<.05)
<u>RACIONES</u>						
DIVMS ¹	55.1	51.1	57.8	61.7	1.5	Lineal (P<.01) Cuadrático (P<.05) Cúbico (P<.05)
DIVMO ²	55.3	50.8	57.4	61.8	1.5	Lineal (P<.01) Cuadrático (P<.05) Cúbico (P<.05)

EE* = Error estandar, N=2

DIVMS¹ = Digestibilidad in vitro de la materia seca

DIVMO² = Digestibilidad in vitro de la materia orgánica

tibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de sorgo (sola) también fue influenciada por el tratamiento de cenizas ya que también presentó un efecto lineal ($P < 0.01$) similar a la de la (DIVMS, %) teniendo un valor más alto (65.4%) en el tratamiento del 30% y su valor más bajo (42.1%) en el tratamiento testigo (0% cenizas). Lo que demuestra que los tratamientos de cenizas aumentaron la digestibilidad de la fibra, conforme se incrementa el porcentaje de ceniza en el tratamiento de la paja de sorgo (solo).

La digestibilidad in vitro (%) de la materia seca y materia orgánica (Tabla 2) de la paja de sorgo (con ración) no mostraron diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los resultados los siguientes: para la materia seca fueron --- 53.7, 52.5, 57.5 y 52.9% en 0, 10, 20 y 30% de cenizas de madera respectivamente. Para la materia orgánica 57.1, 55.9, 61.7 y 56.0% en 0, 10, 20 y 30% de cenizas respectivamente. Lo que demuestra que la materia seca y orgánica no fueron modificados por los tratamientos de soluciones alcalinas de cenizas de madera. Sin embargo, hubo tendencia a incrementarse la digestibilidad de la materia seca y orgánica en el tratamiento del 20% de cenizas. Shimada (1987) publicó que la digestibilidad de la paja de sorgo tratada con amoníaco anhidro, también encontró un incremento debido al tratamiento químico. La digestibilidad aumentó en un 9%. Además la paja de sorgo también incrementó su digestibilidad al ser tratada con NaOH aumentando en un 42% su digestibilidad.

Tabla 2. Contenido de nutrientes(%), digestibilidad in vitro (%) de la paja de sorgo y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.

Concepto	% Cenizas			EE*	Contrastes
	0	10	20		
<u>PAJAS</u>					
Materia seca	91.7	90.2	90.5	86.5	
Materia orgánica	98.4	97.5	98.1	97.8	
Proteína cruda	4.7	4.3	2.4	2.6	
Fibra detergente neutro	83.9	84.2	75.2	68.7	
Fibra detergente ácido	46.9	47.9	43.9	43.3	
Lignina	6.5	8.3	6.5	8.6	
DIVMS ¹	46.6	43.8	59.9	67.5	Lineal (P<.01)
DIVMO ²	42.1	41.5	59.2	65.4	Lineal (P<.01)
<u>RACION</u>					
DIVMS ¹	53.7	52.5	57.5	52.9	—
DIVMO ²	57.1	55.9	61.7	56.0	—

EE* = Error standar, N=2
 DIVMS¹ = Digestibilidad in vitro de la materia seca
 DIVMO² = Digestibilidad in vitro de la materia orgánica

La Tabla 3 muestra la digestibilidad in vitro (%) de la materia seca y la materia orgánica del rastrojo de maíz (solo y con ración). La digestibilidad in vitro de la materia seca del rastrojo de maíz (solo) se vio influenciada por los tratamientos de cenizas de madera, presentando un efecto lineal ($P < 0.01$) en donde el valor más alto (53.9%) fue para el tratamiento del 30% de cenizas y el valor más bajo (41.2%) fué para el testigo (0% cenizas). El efecto lineal ($P < 0.01$) de la (DIVMS) nos dice que existe una tendencia a incrementarse conforme se incrementa el porcentaje de cenizas de madera, por lo tanto el tratamiento de soluciones alcalinas resultó positiva en la materia seca del rastrojo de maíz (solo). La digestibilidad in vitro de la materia orgánica no mostró diferencia significativa entre los tratamientos de soluciones alcalinas de cenizas de madera correspondiendo: 46.8, 50.1, y 55.7% para el 0, 10, 20 y 30% de cenizas respectivamente. Sin embargo, mostró una tendencia a incrementarse conforme se incrementa el porcentaje de cenizas en el tratamiento del rastrojo de maíz (solo).

La digestibilidad in vitro de la materia seca del rastrojo de maíz con ración, presentó un efecto doble los cuales fueron lineal ($P < 0.01$) y cuadrático ($P < 0.01$) teniendo su valor más alto (60.5%) en el tratamiento del 30% de cenizas y su valor mas bajo (49.8%) en el testigo (0% de cenizas). La digestibilidad de la materia orgánica, también presentó un efecto doble lineal ($P < 0.02$) y cuadrático ($P < 0.01$) presentando su valor mas alto (62.6%) en el tratamiento del 0% o testigo. Lo -

que demuestra que los tratamientos de cenizas de madera tienen una influencia similar tanto en la (DIVMS) como en la (DIVMO)- incrementandose conforme se incrementaran las concentraciones de cenizas aplicadas al rastrojo de maíz con ración. La digestibilidad encontrada en este estudio coincide con los resultados publicados por Shimada (1987) en donde el rastrojo de maíz tratado con NaOH tuvo un incremento en su digestibilidad en un 42%. Sin embargo, también publica un trabajo con rastrojo de maíz tratado con amonio anhidro en el cual no se encontró diferencia significativa en la digestibilidad, pero sí un aumento en el consumo diario del animal.

La Tabla 4 muestra la digestibilidad in vitro (%) de la materia seca y orgánica de la paja de zacate buffel (solo y con ración). La digestibilidad in vitro (%) de la materia seca de la paja de zacate buffel (solo) no mostró efecto significativo entre los tratamientos correspondiendo 42.2, 43.6, 43.5 y 46.0% para el 0,10,20 y 30% de ceniza. Por lo tanto la materia seca de la paja de zacate buffel no fue modificada por el tratamiento a incrementarse conforme se incrementa el % de ceniza de los tratamientos. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica sí fue influenciada por los tratamientos de cenizas mostrando un efecto lineal ($P < 0.05$) en donde el valor más alto (51.1%) correspondió al tratamiento testigo (0% ceniza) teniendo así un efecto positivo en el incremento de la digestibilidad de la materia orgánica.

La digestibilidad in vitro (%) de la materia seca de la paja de zacate buffel con ración (Tabla 4) mostró un efecto tri-

Tabla 3. Contenido de nutrientes (%), digestibilidad in vitro (%) del rastrojo de maíz y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.

Concepto	% Cenizas			EE*	Contrastes
	0	10	20		
<u>PAJAS</u>					
Materia seca	90.7	91.9	91.8	92.2	
Materia orgánica	99.1	98.8	99.1	98.8	
Proteína cruda	3.1	3.4	3.8	3.5	
Fibra detergente neutro	87.5	86.2	84.5	80.9	
Fibra detergente ácido	48.0	45.9	45.4	48.7	
Lignina	14.2	10.3	7.2	7.9	
DIVMS ¹	41.2	46.5	52.9	53.9	Lineal (P<.01)
DIVMO ²	46.8	50.1	52.9	55.7	-----
<u>RACION</u>					
DIVMS ¹	49.8	50.2	53.0	60.5	Lineal (P<.01) Cuadrático (P<.01)
DIVMO ²	53.1	51.4	54.8	62.6	Lineal (P<.01) Cuadrático (P<.01)

EE* = Error standar, N=2

DIVMS¹= Digestibilidad in vitro de la materia seca

DIVMO²= Digestibilidad in vitro de la materia orgánica

ple lineal ($P < 0.01$), cuadrático ($P < 0.01$) y cúbico ($P < 0.01$), teniendo su valor más alto (57.9%) en el tratamiento de 20% de cenizas y su valor más bajo (45.0%) en el tratamiento del 10% de cenizas. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica también presentó el triple efecto lineal ($P < 0.05$) cuadrático ($P < 0.01$) y cúbico ($P < 0.01$) donde el valor más alto (62.7%) se encontró en el tratamiento del 20% de cenizas y el valor más bajo (49.3%) en el tratamiento testigo (0% cenizas). Lo que nos dice que las soluciones alcalinas de las cenizas de madera tienen un efecto positivo, en la paja de zacate buffel, aumentando la digestibilidad de los carbohidratos estructurales del zacate buffel sin tener un comportamiento definido en cuanto al porcentaje de ceniza.

La digestibilidad encontrada en estos trabajos coincidió con los resultados de Nolte et al. (1987) quien trabajó con paja de trigo tratada con 30% de cenizas y mezclada con raciones para chivos. Demostrando que la digestibilidad de los nutrientes de las raciones conteniendo paja de trigo tratada con el 30% cenizas de madera fueron mayores que la del testigo, el cual no tuvo tratamiento alguno. Además fueron iguales a los de las pajas tratadas con NaOH, lo que demuestra la efectividad de las cenizas para mejorar la digestibilidad de la fibra contenida en los esquilmos agrícolas.

Tabla 4. Contenido de nutrientes(%), digestibilidad in vitro(%) de la paja de buffel y la digestibilidad in vitro (%) de raciones con tratamientos alcalinos de soluciones de cenizas de madera.

Concepto	%Cenizas			EE*	Contrastes
	0	10	30		
<u>PAJAS</u>					
Materia seca	93.5	91.7	92.3	92.1	
Materia orgánica	97.3	95.9	96.7	96.3	
Proteína cruda	3.2	4.2	4.1	4.4	
Fibra detergente neutra	80.9	80.4	81.6	83.2	
Fibra detergente acida	50.7	51.9	49.7	51.3	
Lignina	10.1	11.7	8.5	6.6	
DIVMS ¹	42.2	43.6	43.5	46.0	0.7
DIVMO ²	45.6	48.9	47.7	51.1	0.8
<u>RACIONES</u>					
DIVMS ¹	45.7	45.0	57.9	46.5	2.0
DIVMO ²	49.3	49.8	62.7	49.3	2.2
					Lineal (P<.01)
					Cuadrático (P<.01)
					Cúbico (P<.01)
					Lineal (P<.05)
					Cuadrático (P<.01)
					Cúbico (P<.01)

EE* = Error standar, N=2
 DIVMS¹ = Digestibilidad in vitro de la materia seca
 DIVMO² = Digestibilidad in vitro de la materia orgánica

V. RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fué el de determinar la digestibilidad in vitro de cuatro forrajes toscos (olote de maíz, paja de sorgo, paja de zacate buffel y rastrojo de maíz) solos y con un 15% de suplemento, los cuales fueron sometidos a tratamientos de soluciones alcalinas provenientes de cenizas de madera con concentraciones del 10, 20 y 30% de cenizas por un período de 6 horas (humedecimiento). Se determinó la digestibilidad in vitro de estos forrajes.

La digestibilidad in vitro de la materia seca de los cuatro forrajes (solos) se vió influenciado en 3 tratamientos de cenizas, presentando un efecto lineal ($P < 0.01$) solamente la paja de buffel no fué modificada en su materia seca. Sin embargo si mostró una tendencia a incrementarse con el aumento del porcentaje de cenizas. La materia orgánica de los cuatro forrajes (solos) se modificó en tres de ellos por los tratamientos de cenizas presentando un efecto lineal ($P < 0.05$) en el olote de maíz y en la paja de zacate buffel y un efecto lineal ($P < 0.01$) en la paja de sorgo.

La digestibilidad in vitro de la materia seca de los forrajes toscos (suplementados), se vieron influenciados con los tratamientos alcalinos de cenizas de madera teniendo en dos de ellos un efecto triple; lineal ($P < 0.01$) cuadrático ($P < 0.05$) y cúbico ($P < 0.05$) para el olote de maíz y para la paja de zacate buffel un efecto lineal cuadrático y cúbico ($P < 0.01$). El rastrojo de maíz presentó un efecto lineal y cuadrático ($P < 0.01$) en -

su materia seca, mientras que la paja de sorgo (suplementada) no fué modificada en su materia seca por los tratamientos.

La digestibilidad de la materia orgánica de los forrajes (suplementados) fué modificada por los tratamientos de cenizas en tres de ellos; la paja de buffel y el olote de maíz presentaron un efecto triple, lineal, cuadrático y cúbico, con una $P < 0.05$, $(P < 0.01)$ y $(P < 0.01)$ respectivamente para la paja de buffel y un efecto lineal cuadrático y cúbico con un $(P < 0.01)$, $(P < 0.05)$ y $(P < 0.05)$ respectivamente para el olote de maíz. El rastrojo de maíz (suplementado) presentó en su materia orgánica un efecto doble; lineal y cuadrático $(P < 0.01)$ en tanto que en la paja de sorgo (suplementada) no hubo influencia de los tratamientos alcalinos de las cenizas de madera.

VI. CONCLUSION

Las soluciones alcalinas provenientes de cenizas de madera incrementaron la digestibilidad de la materia seca y orgánica de los cuatro forrajes toscos, tratados con diferentes porcentajes de cenizas (0, 10, 20, 30%).

El olote de maíz (solo), presentó un incremento en la digestibilidad de la materia seca y orgánica en el tratamiento correspondiente al 20% de cenizas. Mientras que el olote de maíz (suplementado) tuvo una mayor digestibilidad de su materia seca y orgánica en el tratamiento del 30% de cenizas.

La digestibilidad de la materia seca y orgánica de la paja de sorgo (sola), se incrementó conforme se aumentó la cantidad de cenizas correspondiendo los valores más altos para el 30% de cenizas. Mientras que la paja de sorgo (suplementada) presentó una mayor digestibilidad en el tratamiento del 20% de cenizas.

El rastrojo de maíz (solo) presentó un incremento en la digestibilidad de la materia seca y orgánica en el tratamiento correspondiente al 30% de cenizas. El rastrojo de maíz (suplementado) tuvo un comportamiento similar, ya que la digestibilidad más alta de la materia seca y orgánica se presentó en el tratamiento del 30% de cenizas.

La digestibilidad de la materia seca y orgánica del zacate buffel (solo) se incrementó conforme se aumentó la cantidad de cenizas correspondiendo los valores más altos al tratamien-

to del 30%. Mientras que el zacate buffel (suplementado) presentó una mayor digestibilidad en el tratamiento del 20% de cenizas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- AOAC, 1980. Official methods of analysis (13 th ed.) Association of official analitica chemistis. Washigton, D.C.
- Baker A.J., Miller, M.A. y Satter, L.D. 1975. Wood and woodbased residues in animal feeds. En: Chemical society, Washington, D.C. Pags. 75-105.
- Ben-Ghedalia D., S. Shefet and J. Miron, 1980. En: Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. Memorias de AMENA, México. pp. 61-70.
- Bermejo, A.Z. 1971. Alimentación del ganado. Ministerio de Agricultura. En Salazar M.R. 1985. Utilización de los esquilmos agrícolas en la alimentación de los rumiantes. Trabajo práctico (Opción V) U.A.N.L.
- Bunting, L.D., C.R. Richardson and R.W. Tuck, 1984. En: Shimada A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. Memorias de AMENA. Mex. pp. 61-70.
- Castillo, F.R. 1984. Situación actual y perspectivas del cultivo del sorgo en México. Primera Reunión Nacional sobre Sorgo (Memorias) pp. 37-41.

- Concellón, M.A. 1967. Nutrición animal práctica. AEDOS. Barcelona. p. 32.
- Cullison, A.E. 1983, Alimentos y alimentación de animales. Ed. Diana, México. pp. 48-49.
- Crampton, E.W. y Harris, L. 1974. Nutrición animal aplicada. - Ed. Acribia. Segunda Edición, Zaragoza (España) pp. 27, - 48.
- Cruz C.F. y Ramírez, R.G. 1989. Efecto en la digestión de bo-- rregos consumiendo raciones conteniendo rastrojo de maíz-- tratado con cenizas de madera. II Congreso Nacional de - Producción Ovina. (Memorias).
- Cyrel, T. 1964. Nutrición animal. Ed. Hemisferio Sur. Montevi-- deo, Uruguay. p. 140.
- Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los ru-- miantes. Vol. 3. Nutrición práctica. Ed. Acribia. España. pp. 1,2,3.
- De Alba, J. 1971. Alimentación de ganado en América Latina. Ed. Faunier, S.A. Segunda Edición. México. pp. 55-64.
- Ensminger, E.M., y Olemine, G.E. 1983. Alimentos y nutrición-- de los animales. Ed. El Atenco, México. pp. 627.

- Flores M., J.A. 1983. Bromatología animal. 3a. Edición, Ed. --
Limusa, México.
- Fernández, C.J. y Greenhalgh, J.F.D. 1972. The digestibility -
and acceptability to seep of chopped or milled barley ---
straw soaked or sprayed with alkali. J. Agric. Sci. Camb.
78:477-485.
- García, J.L. 1982. Esquilmos menor costo de crianza y de engoru
da cebú 8(7) pp. 11-16. En: Salazar, M.R. 1985. Utiliza---
ción de los esquilmos agrícolas en la alimentación de los
rumiantes. Trabajo teórico-práctico (Opcion V) U.A.N.L.
- Garza, H.J. y Ramírez, R.G. 1989. Efecto en la digestión de bou
rregos conteniendo raciones con paja de sorgo tratada con
cenizas de madera. II Congreso Nacional de Producción Oviu
na (Memorias).
- Gutierrez, G. 1981. Efecto del tratamiento químico y la suple-
mentación de cuatro nutrientes sobre la digestibilidad in
vitro del rastrojo de maíz y la médula de caña. Tesis --
M.C. Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Cha--
pingo, México.
- Goering; H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forages fiber and analy-
sis (apparatus, reagents, procedures and some applica----
tions) USDA-ARS, Hand-book No. 379.

- Hernández, F.B. 1982. Efecto del tratamiento químico (NaOH) y la suplementación con diferentes fuentes proteínicas sobre la digestibilidad y la liberación de amonio in vitro en rastrojo de maíz. Tesis profesional, Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, U.A.N.L. Marín, N.L.
- Huerta, H.R. y Ramírez, R.G. 1989. Efecto de la digestión de borregos consumiendo raciones conteniendo paja de buffel tratada con cenizas de madera. II Congreso Nacional de Producción Ovina (Memorias).
- Jackson, M.G. 1978. Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal. FAO, Roma. pp. 2-8.
- Jacob, A. y H.U. Vexull, 1973. Fertilización. 4a. Edición española, Ediciones Euro-Americanas. p. 66.
- Kanastra, L.D., A.L. Moxon and O.G. Bentley, 1958. En: Klopfenstein, T., V.E. Krause, M.J. Jones and W. Woods, 1972. Chemical treatment of low quality roughages. J. Anim. Sci. 35: 418-422.
- Koens, N.M. y T.J. Klopfenstein, 1972. Sodium hydroxide treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 31:1131 (Abstr.).
- Kerley, M.S., G.C. Fahey Jr., L.L. Berger, J.M. Gould and F.L. Baker, 1985. En: Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcali-

nos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. Memorias de AMENA, Méx. pp. 61-70.

Kloptenstein, T. 1928. Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 841-848.

Mc Donald P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh 1970. Nutrición - Animal. Ed. Acribia, España. p. 138.

Maynard, L.A., J.K. Lossli, 1975. Nutrición Animal. Ed. UTEHA. 3a. Edición, México. pp. 371-372.

Medrano, H.J. 1987. Ganadero, órgano de información al servicio de la ganadería. Vol. XII, No. 4. pp. 58-64.

Morrison, F.B. 1969. Fundamentos de nutrición animal (alimento y alimentación del ganado) Tomo I. Unión Tipográfica Americana. pp. 435-437.

Nolte, M.E., J.H. Cline, B.A. Dehority, S.C. Leorch and C.F. - Parker, 1987. Treatment of wheat strow alkaline solutions prepared from wood ashes to improve fiber utilization by-rumiantes. J. Anim. Sci. 64:669-677.

Robertson, J.B., Van Soest, P.J. y Torres, F. 1972. Substitu--tion of filter paper for crucibles in the in vitro rumen--true digestibility determination. J. Dairy Sci. 55:1305.

- Robles, S.R. 1983. Producción de granos y forrajes. 4a. Edición. Limusa, México. p. 141.
- Rodríguez, V.J. 1984. El futuro del sorgo en México. Primera Reunión Nacional sobre Sorgo (Memorias) pp. 46-57.
- Rojas, P. 1981. Utilización de los esquilmos agrícolas en ganado lechero. Rev. Leche pura. año XVIII, No. 5. pp. 11-12.
- Shimada, A. 1987. Pretratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes. Memorias de AMENA. México. pp. 61-70.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie, 1980. Principles y procedures of statistics (2da. Ed.) Mc Graw-Hill Book, Co. New York.
- Tilley, J.M.A. y Terrey, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- Van Soest, P.J. y R.H. Wine, 1967. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. IV determination of plant cell-wall constituents, Jour Ass. Off. Agric.
- Van Soest, P.J. and L.H.P. Jones, 1968. Effect of silica in forages upon digestibility. Jour. Sci. 51(10):644-648.

- Van Soest, P.J. 1973. Composition and nutritive value of forages in heat. Metcalfe, O.S. and Barnes, R.F. (Eds) Forages, Iowa State University press. pp. 53-63.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant; ruminant metabolism, nutritional strategies. Corvallis OR. V B Books.
- Waiss, Jr. A.C., J. Guggolz, G.O. Kohler, H.G. Walker Jr., and W.N. Garrett, 1972. Improving digestibility of straws for ruminant feed by aqueous ammonia. J. Anim. Sci. 64:669-677.
- Weeb, R.J. and C.F. Camerik, 1957. Dixon springs sta. 15-40 329. Univ. de Illinois.

09723

