

CONSUMO VOLUNTARIO Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO
DE RESIDUOS AGRICOLAS AMONIATADOS CON UREA

POR

Roberto Arturo Campos Portillo

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.

MICROFIS:	4389
FECHA:	29/1/92
ENCARGADO:	<i>Zona</i>

ROBERTO ARTURO CAMPOS P.

Abril, 1991

Escuela Agrícola Panamericana
Cruz Verde, Panamá, Panamá

DEDICATORIA

A Dios Padre todopoderoso por haberme permitido alcanzar este triunfo.

A mi madre Gloria M. Portillo Noguera, sin cuyo esfuerzos y sacrificios no hubiera podido ser lo que ahora soy.
Mil bendiciones madre linda.

AGRADECIMIENTOS

Un sincero agradecimiento a la terna de asesores, por su valiosa ayuda en la realización de este documento, en especial a mi asesora principal M.S.A. Beatriz Murillo.

A mi hermano Alejandro José Campos Portillo, gracias por estar junto a mi madre y hermanos durante estos cuatro años.

A mi Padre Roberto A. Campos S. gracias por tus consejos y enseñanzas, eres alguien especial.

A mi abuelita Ana Angélica Noguera vda. de Portillo, por preocuparse que nunca me faltara nada y motivarme a seguir adelante.

A mi familia en general, muchas gracias.

A las familias, Dysli y Rojas, por haberme brindado su cariño y hogar.

A la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), por haber financiado mis estudios durante mis últimos dos años en esta institución.

A mis compañeros por sus enseñanzas y experiencias que pasamos juntos, en especial a Mario Augusto Carrera E.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	OBJETIVO.....	2
III.	REVISION DE LITERATURA.....	3
	1. Disponibilidad de los residuos agrícolas...	3
	2. Composición química de los rastrojos y factores que regulan su consumo voluntario.	4
	3. Tratamientos que mejoran el valor nutricional de los rastrojos.....	5
	3.1. Molienda.....	5
	3.2. Tratamientos alcalinos.....	6
	4. Urea en el tratamiento de residuos agrícolas.....	6
	5. Valor nutricional de los rastrojos amoniataados.....	7
	5.1. Ventajas.....	8
	5.2. Desventajas.....	9
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	10
	1. Localización.....	10
	2. Amoniatación de residuos agrícolas.....	10
	3. Animales	12
	4. Tratamientos.....	13
	5. Determinación del consumo voluntario y digestibilidad in vivo.....	13
	6. Diseño experimental y variables determinadas.....	15
	7. Análisis estadísticos.....	15
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
	1. Efectos de la amoniatación sobre la composición química de los residuos agrícolas...	16
	2. Consumo voluntario de raciones a base de rastrojo amoniataado.....	18
	2.1. Raciones.....	18
	2.2. Consumo voluntario.....	19
	3. Digestibilidad in vivo de raciones a base de rastrojo amoniataado.....	22
	4. Consumo de materia orgánica digerible por unidad de peso metabólico.....	24
VI.	CONCLUSIONES.....	26
VII.	RECOMENDACIONES.....	27
VIII.	RESUMEN.....	28
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	30
X.	ANEXOS.....	34

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Porcentaje de humedad, cantidad de agua y urea necesarios para cubrir las recomendaciones de amoniatación	11
Cuadro 2. Análisis químicos de los rastrojos sin tratar y rastrojos amoniataados con urea.....	16
Cuadro 3. Composición porcentual y nutricional de las raciones.....	18
Cuadro 4. Consumo promedio por cordero por día de nutrientes en las raciones.....	21
Cuadro 5. Digestibilidad de los nutrientes en las raciones.....	23
Cuadro 6. Consumo de materia orgánica digerible por día (g y g/kg PV ^{0.75}) para las raciones.....	25

INDICE DE FIGURA

PAGINA

Figura 1.	Consumo de materia seca, raciones a base de rastrojo amoniado con urea.....	20
-----------	---	----

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Tratamiento recomendado para la amoniatación de residuos agrícolas.....	35
Anexo 2.	Cantidad ofrecida de raciones en promedio (durante siete días) por animal y su composición química.....	36
Anexo 3.	Cantidad rechazada de raciones en promedio (durante siete días) por animal y su composición química.....	37
Anexo 4.	Cantidad de heces excretadas en promedio (durante siete días) para raciones consumidas por animal y su composición química.....	38
Anexo 5.	Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la materia seca de raciones a base de rastrojo amoniado.....	39
Anexo 6.	Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la materia orgánica de raciones a base de rastrojo amoniado.....	40
Anexo 7.	Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la proteína cruda de raciones a base de rastrojo amoniado.....	41
Anexo 8.	Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la fibra neutro detergente de raciones a base de rastrojo amoniado.....	42
Anexo 9.	Consumo voluntario promedio por animal por día de la energía digerible (Mcal/kg) de raciones a base de rastrojo amoniado.....	43
Anexo 10.	Consumo de materia orgánica digerible por kilogramo de peso metabólico (PV 0.75) promedio por animal en raciones a base de rastrojo amoniado.....	44

Anexo 11.	Análisis de varianza (ANDEVA) para el consumo de MS, MO, PC, FND, ED y MS en relación al peso vivo de raciones a base de rastrojo amoniado.....	45
Anexo 12.	Análisis de varianza (ANDEVA) para la digestibilidad de MS, MO, PC, FND y consumo de MOD/kg PV (0.75) de raciones a base de rastrojo amoniado.....	46
Anexo 13.	Hoja de Campo.....	47

I. INTRODUCCION

La necesidad de utilizar recursos no competitivos con el hombre para la alimentación de rumiantes, poseen una creciente demanda. Los rumiantes, con su fermentación pregástrica, son capaces de utilizar alimentos ricos en celulosa como los rastrojos, lo que hace ver a éstos como una alternativa en su alimentación.

Los residuos de cultivos tradicionales (rastrojo de maiz, rastrojo de frijol y olote de maiz) son abundantes, pero son subutilizados por muchos agricultores, quemándolos y dañando así el medio ambiente, o bien incorporándolos al suelo. Los residuos agrícolas poseen características como alto contenido de fibra, bajo contenido de nitrógeno y pobre palatabilidad, por esta razón su digestibilidad y consumo voluntario son relativamente bajos; sin embargo, el tratamiento de éstos por medio de amoniatación con urea aumenta su valor nutritivo.

El tratamiento de amoniatación ha mostrado ser una alternativa para lograr un alimento de mejor calidad que puede ser ofrecido a los animales en época de escases de forrajes.

II OBJETIVO

Determinar el consumo voluntario y digestibilidad in vivo de tres raciones para corderos que incluyen rastrojos de maíz, rastrojo de frijol y olote de maíz amoniados con urea, respectivamente.

III REVISION DE LITERATURA

1.- Disponibilidad de los residuos agrícolas.

En la época de sequía, donde la producción agrícola disminuye, es donde se presenta la mayor disponibilidad de rastrojos en la zona tropical. Su uso en la alimentación animal en sistemas de producción donde la agricultura y la ganadería están integrados, es una alternativa para la alimentación animal. (Freston y Leng, 1989; Escobar y Parra, 1980).

En las fincas centroamericanas el rastrojo de frijol es abundante durante los meses de noviembre a febrero en los cuales se cosecha el grano y su producción depende de la manera en la que el frijol se ha cultivado. En promedio rinde 900 kg de materia seca MS/ha/cosecha en monocultivos y 700 kg de MS/ha/cosecha en cultivos múltiples (Ruiz y col., 1980). El rastrojo de maíz prácticamente se encuentra disponible durante todo el año llegando a obtenerse aproximadamente entre 3,800 y 4,500 kg de MS/ha/cosecha, ya que su rendimiento como rastrojo es igual en peso a la producción de grano.

El clote de maíz se encuentra disponible durante todo el año al igual que el rastrojo de maíz y pueden obtenerse aproximadamente 850 kg de MS/ha/cosecha (Klopfenstein, 1978)

2. Composición química de los rastrojos y factores que regulan su consumo voluntario.

Una de las principales características de los rastrojos, es que son altamente fibrosos y con alto contenido de paredes celulares (FND entre 60 y 80%) las cuales están constituidas por celulosa, hemicelulosa y lignina. Así también, su contenido de proteína cruda (PC) se encuentra alrededor de 4% y la digestibilidad de la materia orgánica (MO) oscila entre 50 y 55% (Eurton, 1985; Galaviz, 1984).

Dentro de las paredes celulares la celulosa se caracteriza por ser un polímero de unidades de glucosa. Es el más abundante e insoluble, y su disponibilidad para la microflora del rumen esta entre 25 y 90%. La hemicelulosa es un polisacárido amorfo formado por cadenas cortas de glucosa, polímeros de xilanos, arabinosa, manosa y galactosa; y su disponibilidad para la microflora del rumen varía entre un 45 y 90%. La lignina es un polifenol amorfo de alto peso molecular y su función es proporcionar fuerza y rigidez a la planta. La concentración de lignina es de 2 y 4% en forrajes tiernos y hasta de 15% en forrajes maduros, pero no tiene valor nutricional porque no es disponible para la microflora del rumen (Jackson, 1978; Pigden y Heaney, 1969; Sundstol y Coxworth, 1984; Van Soest, 1969).

INSTITUTO VULCANOLÓGICO
ENQUELILACIÓNS DE LA AMÉRICA
3000 Toluca
TEHUACALPA HONDURAS

En los rastrojos la celulosa y la hemicelulosa se encuentran asociados física y químicamente con la lignina formando complejos lignocelulósicos que actúan como una barrera física que impide el ataque microbiológico en el rumen. Sin embargo se ha demostrado que mediante tratamiento físico y químico pueden hacerse más disponibles a la microflora ruminal (Church y Pond, 1987; Klopfenstein, 1978; Van Soest, 1969).

Los principales factores que regulan el consumo voluntario de los rastrojos son su baja digestibilidad, su alto contenido de FND, la velocidad de paso del alimento a través del rumen y la capacidad del tracto digestivo de los animales. El consumo está altamente correlacionado con la composición química y digestibilidad de la MS y éste declina debido a que las paredes celulares constituyen más del 50% de la MS (Anderson y col., 1981). La amoniatación de rastrojos aumentan su valor nutritivo y digestibilidad, así como también su consumo voluntario (Preston y Leng, 1989; Sundstol y Coxworth, 1984; Troxel, 1984).

3. Tratamientos que mejoran el valor nutricional de los rastrojos.

3.1 Molienda.

El modificar a partículas mas pequeñas los rastrojos, permite un mejor aprovechamiento por el animal, ya que reduce que seleccione el alimento, aumentando su consumo voluntario hasta en un 25% (Escobar y Parra, 1980; Rodriguez, 1986).

De igual forma la molienda puede aumentar la ingestión de materia orgánica digerible (MOD) entre 15 y 30% en corderos, comparándolos con rastrojos no molidos ni tratados químicamente (Greenhalgh y Wainman, 1972; Greenhalgh y col., 1972).

3.2. Tratamientos alcalinos.

Consisten en adicionar soluciones como hidróxido de sodio (NaOH), amoníaco en forma gaseosa, en solución y/o urea, para mejorar las características nutricionales de los rastrojos.

Los tratamientos alcalinos, rompen los enlaces de lignina celulosa y lignina hemicelulosa, haciéndolo más solubles las paredes celulares, facilitando de esta manera la acción de la flora y fauna ruminal, e incrementando la digestibilidad y el consumo voluntario de los materiales tratados (Llamas y col., 1985; Sansoucy y Emery, 1982).

4.- Urea en el tratamiento de residuos agrícolas.

El amoníaco se genera rápidamente a partir de urea cuando se

mezcla con paja húmeda, ya que los rastrojos poseen la enzima ureasa que desdobla la urea para la liberación del amoníaco. Cuando no es suficiente la ureasa de las pajas o rastrojos es conveniente agregar al material una fuente de ureasa, proveniente de granos de leguminosas (Raudales, 1990; Torres y col., 1982).

Zapana (1990), concluye que la amoniatación con urea, produce cambios favorables en las características físicas y químicas de los rastrojos, fijando nitrógeno y mejorando su digestibilidad in vitro; siendo estos cambios independientes del nivel de humedad y tiempo de almacenamiento. En el anexo 1 se presentan las condiciones óptimas encontradas por este autor. De igual manera, Sundtøl y Coxworth (1984) y Preston y Leng (1989) recomiendan un 30% de humedad cuando se emplea entre 2.5 y 3.5% de urea en base al peso de la MS. Troxel (1984) indica que el tiempo de reacción está ligado a la temperatura ambiente y recomienda 4 semanas para un rango de temperatura entre 15 y 40 grados centígrados.

5. Valor nutricional de los rastrojos amoniataados.

La composición química es el factor más importante que afecta el valor nutritivo de los rastrojos, así como su bajo consumo y baja digestibilidad aparente de sus componentes estructurales (celulosa, lignina, hemicelulosa)

(Fonnesbeck y col., 1981). La digestibilidad de los rastrojos amoniataados incrementan entre 5 y 15%, y su contenido de PC entre 5 y 10% debido a que tiene la ventaja de incorporar nitrógeno no proteico (NNP) al rastrojo (Llamas y col., 1986; Sundstol y Coxworth, 1984; Zapana, 1990).

De igual forma Pestalozzi y Matre; citados por Jackson (1978) y Troxel (1984) encontraron aumentos en consumo voluntario en el orden de 25 y 30%, cuando compararon rastrojo de maíz tratado con rastrojo no tratado.

Según Jackson (1978) las causas que modifican la digestibilidad de rastrojos tratados son las siguientes:

1. Causas intrínsecas (especie, variedad, condiciones ambientales, métodos de recolección y manipulación).
2. Modos de suministrar la paja a los animales (composición de la ración y nivel de alimentación).
3. Eficiencia del tratamiento. (nivel de álcali, temperatura, tiempo de reacción y humedad)

5.1 Ventajas

La amoniatación de rastrojos además de aumentar el consumo y la digestibilidad, permite utilizar animales con mayor potencial genético para la producción (Khan y Davis; citados por Preston y Leng, 1989).

El tratamiento de ensilaje húmedo con urea, resulta más

conveniente, comparada con el uso de hidróxido de sodio para los pequeños productores por su manejo, disponibilidad y por ser más económico y práctico (Rodríguez ,1986; Torres y col., 1982).

El rastrojo tratado puede reemplazar al heno o ensilaje en la dieta de rumiantes de carne, siempre que se proporcione proteína suplementaria (Tinnimit, 1983).

5.2 Desventajas.

A pesar de que la amoniatación aumenta el valor nutritivo de los rastrojos, su consumo y digestibilidad pueden verse reducidos, debido a la selección que hace el animal cuando se suministra un complemento de concentrado (Chimwano y col.; citados por Jimenez y Shimada, 1984)

Los rastrojos recién tratados deben de ser aireados y ventilados antes de ser ofrecidos a los animales ya que pueden ocasionar intoxicaciones temporales y reducción de consumo (Oji y col.,1977).

IV MATERIALES Y METODOS

1. Localización

El estudio se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano", localizada en el valle del río Yeguaré, a 37 Km al Sureste de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, República de Honduras; a 800 m sobre el nivel del mar. La precipitación promedio anual es de 1,100 mm en seis meses (junio- noviembre) y la temperatura media es de 23 grados centígrados.

2. Amoniatación de residuos agrícolas.

Los rastrojos se obtuvieron de los cultivos de frijol (variedad Catrachita) y de maíz (híbrido H-27) del departamento de Agronomía. Los rastrojos fueron molidos en una picadora eléctrica con tamiz de 6.3 mm, identificados y almacenados en sacos, previo al tratamiento de amoniatación.

Se tomaron muestras representativas de los tres residuos agrícolas (rastrojo de maíz, rastrojo de frijol y olote de maíz) se determinó el contenido de humedad y se calculó la cantidad de agua necesaria a agregar para llegar al porcentaje de humedad recomendado (Zapana, 1980).

Así mismo, se calculó la cantidad de urea en base al peso seco de los rastrojos. El detalle de la amoniatación se muestra en cuadro 1.

Cuadro. # 1. Porcentaje de humedad, cantidades de agua y urea necesarios para cubrir las recomendaciones de amoniatación.*

TIPO DE RASTROJO	Cantidad (kg)	Humedad (%)	Agua/100 kg de rastrojo (l)	Urea/100 kg de rastrojo (kg)
Maíz	359	8.81	21.19	3.63
Frijol	364	9.38	30.62	5.44
Olote	325	6.35	23.65	3.75

* Zapana, 1990. Anexo # 1.

La urea fue disuelta en agua y esparcida uniformemente sobre los rastrojos en pequeñas capas. Esto se hizo en camas de 2 m de ancho por 6 m de largo, para cada rastrojo. Las camas fueron cubiertas por un plástico de polietileno negro de 1.8 mm de grosor por encima y debajo para cada uno de los rastrojos. El tratamiento duró 28 días y se realizó bajo techo para evitar influencia de factores climáticos. Al final de los 28 días de tratamiento se procedió a destapar los rastrojos, removerlos y ventilarlos para eliminar el residuo de amoníaco.

Tanto al material sin tratar como al tratado se le determinó el contenido de Humedad (H), Cenizas (Cz) y PC por los métodos descritos por la A.O.A.C. (1980).

Así mismo se hicieron en ambos materiales determinaciones de la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) por el método de Menke y col. (1979) y FND por el método de Goering y Van Soest (1970).

3. Animales

Se utilizaron 6 corderos de la raza Black Belly y Kathadin con un peso promedio de 38 kg. Estos fueron castrados y descolados 30 días antes del inicio del estudio.

Siete días previo al inicio del estudio, a los corderos se les adaptó una bolsa recolectora de heces y se les colocó en jaulas metabólicas individuales de 0.7 m de ancho y 1.75 m de largo provistos de comederos, bebederos y salitreros. Durante este tiempo se les ofreció a todos los animales una ración compuesta principalmente por heno de Transvala, la cual fue sustituyéndose paulatinamente por raciones a base de rastrojos amoniatados. Al finalizar el período de acostumbramiento (100% consumo de ración con rastrojo amoniatado) se inició el estudio de consumo voluntario.

4. Tratamientos.

Los tratamientos consistieron en tres raciones que tuvieron como componente principal los tres residuos agrícolas amoniatados (frijol, maíz y olote), respectivamente. Las raciones fueron suplementadas con harina de soya como fuente proteica y melaza como fuente energética y balanceadas en base a los requerimientos nutricionales para un nivel de producción de 12% de PC en corderos (NRC, 1985)

El estudio estuvo dividido en tres períodos; en cada uno hubieron dos réplicas por tratamiento dando un total de seis unidades experimentales. Cada período se subdividió en tres etapas. La primera etapa consistió en la adaptación (doce días) que tuvo por fin crear un ambiente adecuado en la flora y fauna ruminal, para una mejor digestión y establecer un nivel constante de consumo. En la segunda etapa se determinó el consumo voluntario y la digestibilidad con una duración de siete días, y la tercera etapa consistió en un período de descanso de dos días.

5. Evaluación del consumo voluntario y digestibilidad in vivo.

Para la determinación de consumo voluntario se pesó diariamente la cantidad de ración suministrado y rechazado, calculándose por diferencia de peso (Castellanos y col., 1990).

Para calcular la Digestibilidad, se determinó la cantidad de nutrientes digeridos de acuerdo a la cantidad de nutrientes ingeridos y excretados por el animal, de acuerdo a la formula de Llamas y Rodriguez (1990).

$$\text{Digestibilidad (\%)} = \frac{\text{Nutrientes ingeridos} - \text{Nutrientes excretados}}{\text{Nutrientes ingeridos}} * 100\%$$

Para la toma de datos diario se hizo uso de una hoja de campo (anexo # 13) que incluyó la siguiente información.

- a. Identificación del animal
- b. Tratamiento
- c. Peso inicial y final del animal (kg)
- d. Peso del alimento ofrecido (g) diario
- e. Peso del alimento rechazado (g) diario
- f. Determinación del alimento consumido diario
- g. Peso de las heces excretadas.

Se realizaron análisis de H, Cz, y FC, así como también de FND para el alimento ofrecido, el alimento rechazado y para las heces excretadas (Anexos 2,3 y 4). Análisis DIVMO se realizaron solo en los alimentos ofrecidos y rechazados (Anexos 2 y 3).

6. Diseño experimental y variables determinadas.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos (raciones a base de rastrojo de maíz, rastrojo de frijol y clote de maíz amoniados) y 6 repeticiones.

Las variables determinadas fueron:

1. Consumo y digestibilidad de la MS
2. Consumo y digestibilidad de la MO
3. Consumo y digestibilidad de la PC
4. Consumo y digestibilidad de la FND
5. Consumo de Energía Digerible (Mcal/kg), calculada a partir de la ecuación de McDowell y col. (1974).
$$\% \text{ DIVMO} = \% \text{ NDT} \text{ y } \% \text{ NDT} * 4.4 = \text{ED en Mcal/kg}$$
6. Consumo de MOD por kg de peso metabólico (PV 0.75)

7. Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza para las variables determinadas, así como separación de medias por diferencia mínima significativa (Stell y Torrie, 1985)

V RESULTADOS Y DISCUSION

1. Efectos de la amoniatación sobre la composición química de los residuos agrícolas.

El contenido de MS, MO, PC, FND y DIVMO de los rastrojos sin tratar y amoniataados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro # 2. Análisis químicos de los rastrojos sin tratar y rastrojos amoniataados con urea.

Tipo de rastrojo	MS	MO	PC	FND	DIVMO
	(%)	(% Base seca)			(%)
SIN TRATAR					
Maíz	91.2	93.9	5.1	82.8	49.5
Frijol	90.6	90.2	5.9	67.4	54.4
Olote	93.6	97.6	3.4	97.8	55.2
TRATADO					
Maíz	90.2	95.2	7.7	87.7	54.9
Frijol	85.4	90.3	13.5	76.7	58.1
Olote	87.7	86.4	6.6	98.2	60.4

Para los rastrojos en estudio el contenido de MS y de MO no presentaron cambios relevantes. El que no variara el contenido de la MO de los rastrojos, era de esperarse, puesto que mediante la amoniatación no se incrementa el contenido de cenizas ya que no se usan ni se forman sales (Velasco y col., 1985; Lin y col., 1986).

El contenido de PC aumentó en todos los residuos amoniataados, siendo el mayor para el rastrojo de frijol con 130%, seguido del clote de maíz con un 95% y el rastrojo de maíz con 50%. El mayor incremento en el rastrojo de frijol pudo deberse a que fue tratado con 6% de urea en base al peso seco, comparado con el rastrojo de maíz y clote de maíz que recibieron 4% de urea. Por lo tanto este incremento en PC se debió al NNF incorporado a los rastrojos por efecto de la amoniatación, lo que concuerda con lo informado por Llamas y col. (1986). Así mismo, podemos asegurar que el aumento en la PC se debió a la liberación de amoníaco por la enzima ureasa contenida en los rastrojos y por la urea que no reaccionó y quedó adherida al material (Galaviz, 1984; Jimenez y Shimada, 1984; Zapana, 1990).

La amoniatación aumentó la DIVMO, siendo los incrementos para el rastrojo de maíz, el clote de maíz y el rastrojo de frijol de 11.0%, 9.0%, y 7.0% respectivamente. En todos los casos el incremento estuvo entre el orden de 7 y 11%. En el trabajo de Troxel, (1984) los incrementos en digestibilidad fueron de 5 a 15%. El aumento en digestibilidad se atribuye, al efecto hidrolizante que tiene el amonio sobre el complejo lignina celulosa y lignina hemicelulosa, haciendo más disponibles los carbohidratos estructurales (Saneoucy y Emery, 1982). También debe considerarse el efecto favorable del incremento de nitrógeno en el rastrojo amoniataado para conversión a proteína microbiana. (Mc Donald y col., 1986).

2. Consumo Voluntario de raciones a base de
rastrajos amoniados.

2.1 Raciones.

Debido a la variabilidad en la composición nutricional de los rastrojos amoniados, fue necesario formular tres raciones con 12% de PC que incluyeron los rastrojos amoniados. En la formulación se incluyó harina de soya como fuente de PC, así como melaza de caña de azúcar para proporcionar a la ración carbohidratos solubles. La composición porcentual y nutricional de las raciones, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro # 3. Composición porcentual y nutricional de las raciones.

INGREDIENTES	RASTROJO DE MAIZ	RASTROJO DE FRIJOL	OLOTE DE MAIZ
Rastrojo tratado	81.6%	82.2%	79.8%
Soya	13.4%	2.9%	15.8%
Melaza	5.0%	5.0%	5.0%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%
Materia seca (%)	88.3	86.9	88.1
Materia orgánica (% base seca)	92.9	90.5	93.1
Proteína cruda (% base seca)	15.7	14.7	18.9
Fibra neutro deter- gente (% base seca)	69.5	65.9	74.6
Energía digerible (Mcal/kg)	2.8	2.7	3.1

Referente a la composición química de las raciones cabe señalar que los contenidos de PC fueron mayores que lo esperado (12%) debido probablemente al porcentaje de harina de soya en las raciones, a la estructura física de los ingredientes o bien a un error en la toma de muestras.

2.2 Consumo Voluntario.

Desde el inicio de la etapa de adaptación (figura 1) los animales mostraron un consumo relativamente constante de las raciones con rastrojo de frijol y olote de maíz, por el contrario la ración a base de rastrojo de maíz aumentó su consumo progresivamente. Esto puede interpretarse como que el animal tuvo más dificultad en adaptar la flora y fauna ruminal a este tipo de material, ya que los animales consumiendo las tres raciones, alcanzaron un nivel de consumo relativamente constante a partir del séptimo día.

El consumo promedio de MS, MO, PC, FND y ED en los últimos siete días (anexos 5,6,7,8 y 9) de las 3 raciones con rastrojo amoniado se presentan en el cuadro 4.

CONSUMO DE MATERIA SECA
 Raciones a base de rastrojo
 amoniato con urea

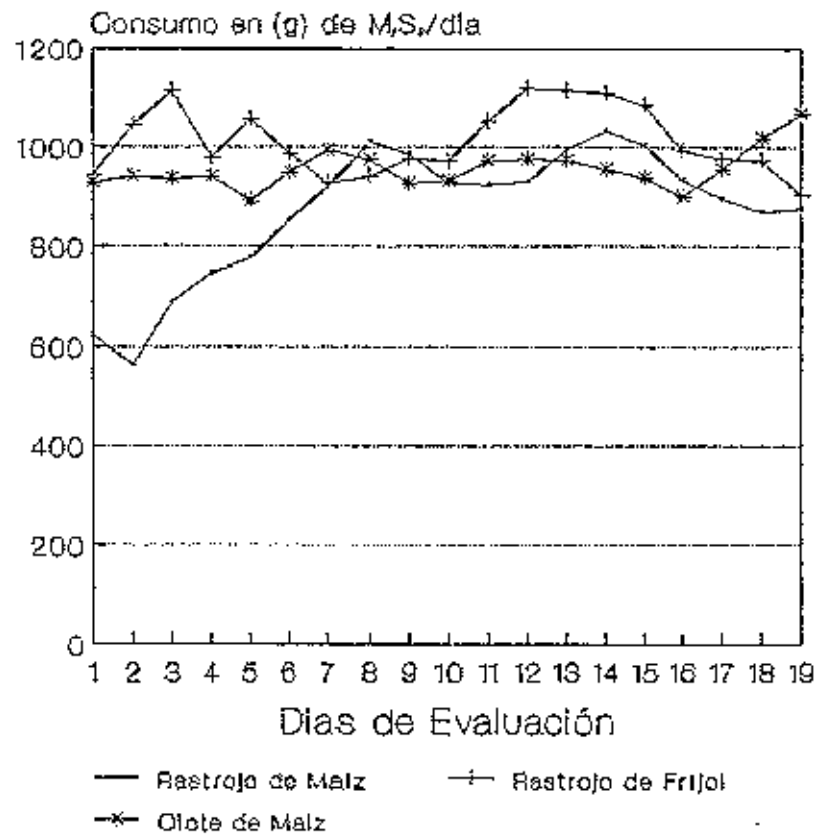


Figura 1

Cuadro # 4. Consumo promedio por cordero por día de nutrientes en las raciones.

NUTRIENTES	RACION CON RASTROJO DE MAIZ	RACION CON RASTROJO DE FRIJOL	RACION CON OLOTE DE MAIZ
Materia Seca (g)	966.2	1044.0	970.4
Materia Orgánica (g)	884.6	928.8	890.3
Proteína Cruda (g)	165.0	158.9	199.6
Energía Digerible (Mcal/día)	2.6	3.1	3.0
Paredes Celulares (g)	650.5	675.6	701.0

No se presentaron diferencias en el consumo promedio diario de ninguno de los nutrientes en estudio, así como tampoco en el consumo de MS cuando éste es expresado como porcentaje del peso vivo de las raciones ofrecidas (anexo 11). El promedio en el consumo de MS para las raciones con rastrojo amoniado fue de 993.5 g, para la MO fue de 901 g, para la PC fue de 174.5 g, para la ED fue de 2.81 (mcal/día) y para la FND fue de 675.7 g. Estos resultados concuerdan con los reportados por Grrutia y col. (1982), quienes encontraron un consumo de MS de 935 g al ofrecer rastrojo de maíz tratado, suplementado con un concentrado. De igual forma, Valladares (1981), encontró un consumo de MS de 1,020 g para raciones a base de rastrojo de maíz tratado. El consumo de MS como porcentaje del peso vivo fue en promedio de 2.53% (Anexo 7), el cual concuerda con lo

reportado por Baudales (1990) quien encontró un consumo de MS en relación del peso vivo de 2.67% al suministrar rastrojo de maíz tratado, suplementando con harina de algodón.

El no haber encontrado diferencias en el consumo de las raciones se atribuye a que tenían similar composición nutricional, en PC, ED y FND, factores químicos que se ha demostrado influyen sobre el consumo voluntario (Preston y Leng 1989).

Podría decirse que el NNP proveniente del efecto de la amoniatación, fue igualmente efectivo en llenar los requerimientos de proteína de la ración con aquel proveniente de la proteína estructurada (harina de soya) del suplemento.

De igual manera, el contenido de FND (70% aproximadamente) de las tres raciones no influyó en el consumo voluntario, obteniéndose un consumo promedio por animal por día de 676 g.

3. Digestibilidad in vivo de raciones a base de rastrojos amoniataados.

La digestibilidad in vivo promedio de la MS, MO, PC y FND de las raciones (anexos 5,6,7 y 8) se presentan en el cuadro 5

Cuadro # 5. Digestibilidad de los nutrientes en las raciones.

NUTRIENTES (%)	RACION CON RASTROJO DE MAIZ	RACION CON RASTROJO DE FRIJOL	RACION CON OLOTE DE MAIZ
Materia Seca	57.0 ab	54.0 b	59.6 a *
Materia Orgánica	59.9 ab	56.1 b	61.3 a *
Proteína Cruda	72.2 b	70.5 b	80.3 a **
Paredes Celulares	61.6 a	52.1 b	60.7 a **

Lineas con letras diferentes significan diferencias estadísticas a un nivel de $P < 0.05 (*)$ y $P < 0.01 (**)$

Se encontraron diferencias en la digestibilidad de los nutrientes ofrecidos (anexo 12). La mayor digestibilidad de la MS, la MO y la FND se obtuvo en las raciones a base de olote de maíz y rastrojo de maíz, entre las cuales no hubieron diferencias. La digestibilidad de la MS, MO y FND de la dieta que incluyó rastrojo de frijol fue inferior, a pesar de tener el contenido más bajo de FND en la ración. Esto pudo deberse a que fue la ración que tenía menos cantidad de proteína estructural (harina de soya) componente nutricional que de alguna manera mejoró la digestibilidad en las otras raciones. Las digestibilidades de la MS y MO, concuerdan con las reportadas por Cottyn y col. (1989) quienes encontraron digestibilidades de 60.9 y 62.3%, respectivamente; al ofrecer pajas tratadas con un contenido de FC en base seca de 11% en corderos. De igual forma Galaviz (1984) encontró

digestibilidades de 65.10 y 61.10% para la MS y FND cuando ofreció raciones a base de rastrojo de maíz amoniado al 4% en base seca, suplementadas con harina de girasol como fuente proteica y con grano de sorgo como fuente energética.

La mayor digestibilidad de la PC se obtuvo en la ración con olote de maíz (80.3%). Las raciones con rastrojo de maíz y rastrojo de frijol presentaron una digestibilidad de la PC menor con 70.5 y 72.2%, respectivamente.

Esta mayor digestibilidad se debió probablemente a la composición de la ración, (cuadro 3) ya que la ración con olote de maíz era la que contenía mayor porcentaje de PC comparada con la de rastrojo de maíz y la de rastrojo de frijol.

4. Consumo de materia orgánica digerible por unidad de peso metabólico.

El consumo de MOD promedio por día (anexo 10) de las raciones, cuyo componente principal fue rastrojo amoniado, se presenta en el cuadro 6.

Cuadro # 6. Consumo de materia orgánica digerible por día (g y g/kg PV^{0.75}) para las raciones.

TIPO DE RACION	MATERIA ORGANICA DIGERIBLE POR DIA	
	(g)	(g/kg PV ^{0.75})
Rastrojo de maíz	528.9	33.9
Rastrojo de Frijol	521.9	33.6
Olote de maíz	543.5	34.9

El consumo de la MOD por día fue similar en las tres raciones con un consumo promedio de 531.4 g/día.

Cuando el consumo de MOD fue ajustado por unidad de peso metabólico (PV^{0.75}), el consumo fue similar (anexo 12) para las tres raciones, presentando en promedio un consumo de 34.6 g/kg PV^{0.75}. Estos resultados indican que las tres raciones fueron capaces de cubrir los requerimientos de mantenimiento (29 g de MOD/kg PV^{0.75}; N.R.C. 1985) y aportar aún un pequeño excedente para producción que en promedio osciló entre 18 y 20%.

La capacidad de cubrir los requerimientos de mantenimiento en las raciones, se atribuyen al contenido de PC aportada por la harina de soya, al NNP aportado por el tratamiento de amoniatación, al efecto diluyente que tuvo la harina de soya en el contenido de FND y a la disponibilidad de carbohidratos solubles (melaza) en la ración.

VI CONCLUSIONES

1. La amoniatación con urea aumenta el valor nutritivo de los rastrojos de maíz y frijol y del olote de maíz, principalmente en lo que se refiere a su contenido de PC y DIVMO.
2. El consumo voluntario fue similar en las tres raciones a base de rastrojos amoniataados.
3. Las raciones a base de olote de maíz y rastrojo de maíz amoniataados presentaron en términos generales la mejor digestibilidad in vivo de los nutrientes ofrecidos.
4. Las tres raciones a base de residuos agrícolas amoniataados fueron capaces de cubrir los requerimientos de mantenimiento en corderos y aportar aún un pequeño exedente para producción.

VII RECOMENDACIONES

1. Continuar realizando estudios de consumo voluntario y digestibilidad in vivo en los que se pueda determinar el aporte nutricional de los rastrojos amoniatados en sí.
2. Se recomienda iniciar estudios en los cuales se busque los niveles de suplementación energética más adecuados para lograr ganancias de peso de animales en crecimiento.

VIII RESUMEN

Se determinó el consumo voluntario y la digestibilidad in vivo de tres raciones que incluyeron rastrojo de maíz, rastrojo de frijol y olote de maíz amoniados con urea. Las raciones fueron balanceadas a un 12% de proteína cruda (PC) suplementadas con harina de soya como fuente protéica y melaza como fuente energética. Las raciones fueron ofrecidas a seis corderos de la raza Blackbelly y Katahdin con un peso promedio de 33 kg, colocados en jaulas metabólicas (1.75 m de largo y 0.70 m de ancho) donde se les proporcionó agua, sal mineralizada y alimento a libre acceso. Los animales fueron provistos de una bolsa recolectora de heces. El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones (corderos). Para determinar el consumo voluntario y la digestibilidad in vivo, los animales fueron sometidos a tres períodos, los cuales estaban divididos a su vez en: adaptación (12 días), determinación de consumo voluntario y digestibilidad in vivo (7 días) y descanso (2 días). No se presentaron diferencias en el consumo de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), energía digerible (ED), fibra neutro detergente (FND), y consumo de MS en relación al peso vivo, en las tres raciones. Las raciones a base de olote de maíz y rastrojo de maíz amoniado presentaron la mayor digestibilidad de la MS y MO ($P < 0.05$), así como también de la FND ($P < 0.01$).

La mayor digestibilidad de la PC se obtuvo con la ración a

base de olote de maíz amoniado, siendo inferiores las otras dos raciones ($P.<0.01$). Las tres raciones fueron capaces de cubrir los requerimientos de mantenimiento expresados como materia orgánica digerible (29 g de MOD/kg PV 0.75) y aportar aún un pequeño exedente para producción.

PALABRAS CLAVES:

Consumo voluntario, Digestibilidad, Rastrojos amoniados, Corderos.

IX BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C., 1980 Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington, D.C. E.E.U.U.
- ANDERSON, G.D.; L.L. BERGER y G.L. FAHEY, Jr. 1981. Alkali treatment of cereal grain. II. Digestion ruminal measurement and feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 52: 144-149.
- CASTELLANOS, A., G. LLAMAS y A. SHIMADA. 1990. Manual de técnicas de investigación en rumiología. Sistemas de educación continua en producción animal. México. 267 pp.
- COTTYN, B.G.; J.L. DE BOEVER y J.M. VANACKER. 1989. In vivo digestibility measurement of straws. En: Evaluation of straws in ruminant feeding. Editada por M.Chenost y P. Reiniger. National Institute for Animal Nutrition, Belgium. p.39
- CHURCH, D. y W. POND. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa, México. 438 pp.
- ESCOBAR, A. y R. PARRA. 1980. Procesamiento y tratamiento físico químico de los residuos de cosecha con mira al mejoramiento de su valor nutritivo. En: Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Informes Catie, Turrialba, Costa Rica. p.93
- FONNESEBECK, P.V.; J.L. CHRISTIANSEN y L.E. HARRIS. 1981. Factors affecting digestibility of nutrients by sheep *J. Anim. Sci.* 52: 363-376.
- GALAVIZ, F. 1984. Efectos de la amonificación con urea de la paja de maíz sobre su valor nutritivo. Tesis para optar el título de Maestro en Ciencias de la Producción Animal. Universidad Autónoma de Chihuahua, Mexico 150 pp.
- GOERING, H. K. y P. J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analyses. U.S. Department of Agriculture, Handbook 379. Washington, D.C. E.E.U.U. 20 pp.
- GREENHALGH, J.F.D. y F.W. WAINMAN. 1972. The nutritive value of processed roughages for fattening cattle and sheep. *Proc. Br. Soc. Anim. Prod.* 31:61-72.
- GREENHALGH, J.F.D.; J.F. CARMONA y E.A. MEHMEND. 1972. Sodium, hidroxide treatment of straw: Economic problems and possible solutions. *J. Sci. Agric. (Cambridge)* 24:494

- JACKSON, M.G. 1978. Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal. Evaluación de su viabilidad técnica y económica. FAO. 10:4-5.
- JIMENEZ, A. y A. SHIMADA. 1984. Comportamiento del borrego Pelibuey en crecimiento, alimentado con dietas con base en rastrojo de maíz tratado con álcalis. *Técnica Pecuaria en México*, 47:142-146.
- KLOFFENSTEIN, T. 1978. Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.* 46:841-847.
- LIN, K.W.; M. SHAEFER, S. LADISLH y C. HOLLER. 1986. In vitro anaerobic fermentation of alkali-treated corn stover by rumen microbes. *J. Anim. Sci.* 2:822-827.
- LLAMAS, G.; E. CAÑEZ, R. GOMEZ, T. DIAZ y H. ROMERO. 1985. Uso de paja de trigo tratada con amoníaco en la alimentación de novillos en crecimiento en corral de engorda. *Técnica Pecuaria en México*, 48:46-53
- LLAMAS, G.; I. SANTACRUZ y R. GOMEZ. 1986. Respuesta de esquilmos de cereales y leguminosas y de subproductos de algodón al tratamiento alcalino con amonio (NH₃) o hidróxido de sodio.(NaOH). *Técnica Pecuaria en México*, 51:68-80.
- LLAMAS, G. y F. RODRIGUEZ. 1980. Digestibilidad, balance de nutrientes y patrones de fermentación ruminal. En: *Manual de Técnicas de Investigación en Rumiología. Sistema de educación continua en producción animal. México.* 267 pp.
- McDONALD, P.; R.A. EDWARDS y J.F. GREENHALG. 1986. *Nutrición Animal.* Acribia. Zaragoza, España. 518 pp.
- McDOWELL, L.R.; J.H. CONRAD, J.E. THOMAS y L.E. HARRIS. 1974. *Latin American Tables of Feed Composition.* University of Florida, Gainesville. 509 pp.
- MENKE, K.; L. RAAB, A. SALEWSKI, H. STEINGASS, D. FRITS y W. SHNEIDER. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 93:217-222.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. *Nutrient requeriment of domestic animals. Nutrient requirements of sheep.* 6th. ed. National Academic Press. 99 pp.

- OJI, U.I.; B.N. MOWAT y J.E. WINCH. 1977. Alkali treatments of corn stover to increase its nutritive value. *J. Anim. Sci.* 44:798-801.
- FIGDEN, W. y D.P. HEANEY. 1969. Lignocellulose in ruminant nutrition. *Advances in Chemistry Series* 95:245-261.
- PRESTON, T. y R. LENG. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorias para el desarrollo integral en el trópico. Cali, Colombia. 312 pp.
- BAUDALES, J. 1990. Efecto de la amoniatación con urea del rastrojo de maíz sobre su calidad alimenticia para corderos. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 65 pp.
- RODRIGUEZ, F. 1986. Tratamiento de esquilmos agrícolas. alimentos balanceados de México. Autlán, México. 15 pp.
- RUIZ, M.E.; R. OLIVO, A. RUIZ y J. FARGAS. 1980. Desarrollo de subsistemas de alimentación de bovinos con rastrojo de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). I. Disponibilidad, composición y consumo de rastrojo de frijol. Turrialba, 30:49-55.
- SANSOUCY, R. y B. EMERY. 1982. Crop residues and agroindustrial by product in animal feeding. *Revista Mundial de Zootecnia. FAO.* 32:7-17.
- STEEL, R. y J. TORRIE. 1985. *Biostatística: Principios y procedimientos.* McGraw-Hill. México 621 pp.
- SUNDSTOL, F. y E. COXWORTH. 1984. Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amonio. *Revista Mundial de Zootecnia. FAO.* 26:13-21.
- TINNIMIT, P. 1983. Urea ensiled rice straw as a feed for cattle in Thailand. *South Afr. J. Anim. Sci.* 13:203-205.
- TORRES, R.; M. HERNANDEZ y T.R. PRESTON. 1982. A note on the processing of sugarcane bagasse with alkali. *Trop. Animal Prod.* 7:142-143.

- TROXEL, R. 1984. Hay ammoniation. Texas Agricultural Extension Service. L-2154. E.E.U.U. 4 pp.
- URRUTIA, M.; L. MARTINEZ y A. SHIMADA. 1982. Valor nutritivo del rastrojo y ensilaje de maíz con y sin mazorca, tratados con hidróxido de sodio, para borregos en crecimiento. Técnica Pecuaria en México, 42:7-17.
- VALLADARES, M.R. 1981. Rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) tratado con hidróxido de sodio en raciones para corderos. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, México. 61 pp.
- VAN SOEST, P. 1969. Chemical basis for the nutritive evaluation of forages. Proceeding of the National Conference on Forage Quality. Evaluation and Utilization. Nebraska, E.E.O.U. p.19.
- VELASCO, R.; T. ROBLEDO, G. ORTIZ, I. TEJADA y A. SHIMADA. 1985. Distribución de nitrógeno en ensilajes de cañuela de maíz tratada con urea o amoníaco líquido. Técnica Pecuaria en México, 48:125-134.
- ZAPANA, J. 1990. Amoniatación de residuos agrícolas con urea. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 97 pp.

X. ANEXOS

BIBLIOTECA GENERAL DEL INSTITUTO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARADO 63
TEGUCIGALPA HONDURAS

Anexo 1. Tratamiento recomendado para la amoniatación de residuos agrícolas.

TIPO DE RASTROJO	UREA (%)	TIEMPO (días)	HUMEDAD (%)
Olote de maíz	4	28	30
Rastrojo de maíz	4	28	30
Rastrojo de frijol	6	28	40

Zapana, 1990.

Anexo # 2. Cantidad ofrecida de raciones en promedio (durante 7 días) por animal y su composición química.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO	REPETICION	CANTIDAD OFRECIDA	MS (%)	MO	PC	FND	DIVMO
				(%)	Base Seca.		
Maíz	1	1136.00	87.60	92.09	14.24	75.86	61.43
Maíz	2	1300.00	87.27	92.16	13.96	73.05	61.03
Maíz	3	1600.00	88.84	92.92	15.77	70.41	64.46
Maíz	4	1157.14	88.15	93.41	16.36	70.58	64.54
Maíz	5	1185.71	89.68	92.57	15.68	64.05	65.71
Maíz	6	1307.15	88.45	88.56	17.94	62.83	65.38
Frijol	1	1395.71	85.13	89.86	14.68	66.79	60.97
Frijol	2	1200.00	84.23	88.90	14.23	74.59	61.65
Frijol	3	1485.71	87.38	89.70	14.60	62.62	63.04
Frijol	4	1207.14	87.81	89.89	14.35	64.83	62.41
Frijol	5	1571.43	88.94	88.25	14.25	64.16	60.78
Frijol	6	1421.42	87.92	88.14	16.21	62.27	65.03
Olote de maíz	1	1485.71	86.15	92.50	22.16	80.06	71.04
Olote de maíz	2	985.71	86.03	90.13	21.50	74.42	71.40
Olote de maíz	3	1300.00	89.67	93.22	17.71	78.12	71.24
Olote de maíz	4	1342.86	88.33	93.56	17.38	81.25	68.09
Olote de maíz	5	1264.86	88.90	88.64	16.99	59.69	71.62
Olote de maíz	6	1264.29	89.25	94.77	17.37	74.22	67.54

MS = materia seca.

MO = materia orgánica.

PC = proteína cruda.

FND = fibra neutro detergente.

DIVMO = digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

Anexo # 3. Cantidad rechazada de raciones en promedio (durante 7 días)
por animal y su composición química.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO	REPETICION	CANTIDAD RECHAZADA	MS (%)	MO	PC	FND	DIVMO (%)
				Base Seca.			
				(%)			
Maíz	1	221.14	91.99	95.13	5.35	83.14	53.36
Maíz	2	193.00	90.21	93.56	9.11	77.39	55.06
Maíz	3	158.00	88.33	94.34	5.76	84.73	57.48
Maíz	4	154.43	90.24	93.40	6.70	84.18	57.28
Maíz	5	182.14	90.17	94.98	8.14	80.94	57.10
Maíz	6	193.14	89.34	93.92	10.31	79.06	59.45
Frijol	1	252.40	89.22	90.53	10.78	72.43	60.25
Frijol	2	245.21	87.23	89.59	11.67	72.21	59.66
Frijol	3	167.43	85.61	90.84	10.72	72.41	56.58
Frijol	4	179.00	85.62	91.02	11.35	72.10	56.38
Frijol	5	73.71	89.24	92.13	10.03	71.58	59.62
Frijol	6	101.57	86.34	89.51	14.06	63.82	60.08
Olote de maíz	1	139.88	91.53	96.88	4.12	96.77	57.42
Olote de maíz	2	200.00	91.54	97.03	4.81	95.85	63.17
Olote de maíz	3	212.00	89.10	94.03	8.57	89.52	61.45
Olote de maíz	4	194.00	87.32	91.83	15.13	82.91	63.03
Olote de maíz	5	90.70	90.35	95.76	4.75	93.45	60.35
Olote de maíz	6	177.00	89.69	98.04	4.94	92.76	62.95

MS = materia seca.

MO = materia orgánica.

PC = proteína cruda.

FND = fibra neutro detergente.

DIVMO = digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

Anexo # 4. Cantidad de heces excretadas en promedio (durante 7 días)
para raciones consumidas por animal y su composición química.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO	REPETICION	CANTIDAD RECHAZADA	MSA (%)	MS (%)	MO	PC	FND
					(%)	Base Seca.	
Maíz	1	823.21	49.85	92.38	80.17	10.29	56.55
Maíz	2	1119.29	41.10	91.00	86.70	10.07	65.09
Maíz	3	1655.71	37.40	93.73	87.52	10.90	64.47
Maíz	4	983.29	41.50	93.68	85.78	11.13	62.92
Maíz	5	878.00	41.86	94.56	87.03	12.32	61.03
Maíz	6	989.71	41.01	94.36	85.84	11.50	60.80
Frijol	1	1073.17	44.70	92.58	86.58	9.70	72.66
Frijol	2	972.11	45.90	92.63	83.76	9.23	68.04
Frijol	3	1296.28	43.60	93.35	82.09	10.36	65.01
Frijol	4	778.71	51.50	93.87	80.68	10.39	62.62
Frijol	5	1454.14	43.26	94.31	88.26	9.34	71.16
Frijol	6	1203.28	44.89	94.52	87.69	9.57	67.78
Olote de maíz	1	1358.27	40.00	91.03	88.41	10.84	72.20
Olote de maíz	2	582.73	47.90	92.18	83.25	10.24	64.29
Olote de maíz	3	1058.28	39.30	93.51	89.56	9.82	71.72
Olote de maíz	4	1188.57	38.80	93.89	90.81	9.03	71.98
Olote de maíz	5	1032.28	40.00	94.33	87.64	11.07	66.91
Olote de maíz	6	1053.29	39.89	94.44	87.30	8.96	70.65

MSA = materia seca aparente.

MS = materia seca.

MO = materia orgánica.

PC = proteína cruda.

FND = fibra neutro detergente.

Anexo # 5. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo
 promedio por animal de la materia seca de raciones
 a base de rastrojo amoniatoado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO.	REPETI- CION	MATERIA SECA				
		OFRECIDA	DESECHADA	CONSUMIDA	EXCRETADA	DIGESTIBILIDAD
		(g)	(g)	(g)	(g)	(%)
Maíz	1	995.14	203.43	791.71	379.14	52.11
Maíz	2	1134.51	174.11	960.40	418.63	58.41
Maíz	3	1421.44	139.56	1281.88	580.41	54.72
Maíz	4	1020.02	139.36	880.66	382.28	56.59
Maíz	5	1063.34	164.24	899.11	347.54	61.35
Maíz	6	1156.17	172.55	983.62	382.99	61.06
Frijol	1	1137.09	225.19	911.90	444.11	51.30
Frijol	2	1010.76	213.90	796.86	413.31	48.13
Frijol	3	1298.21	143.34	1154.88	527.59	54.32
Frijol	4	1059.99	153.26	906.73	376.45	58.48
Frijol	5	1397.63	65.78	1331.85	593.27	55.46
Frijol	6	1249.71	87.70	1162.02	508.28	56.26
Olote de maíz	1	1279.94	128.01	1151.93	494.57	57.07
Olote de maíz	2	848.01	183.08	664.93	257.30	61.30
Olote de maíz	3	1165.71	188.89	976.82	388.91	60.19
Olote de maíz	4	1186.15	169.40	1016.75	432.99	57.41
Olote de maíz	5	1124.46	81.95	1042.51	389.50	62.64
Olote de maíz	6	1128.38	158.75	969.63	396.80	59.08

Anexo # 6. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la materia orgánica de raciones a base de rastrojo amoniatoado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO.	REPETI-CION	MATERIA ORGANICA				
		OFRECIDA (g)	DESECHADA (g)	CONSUMIDA (g)	EXCRETADA (g)	DIGESTIBILIDAD (%)
Maíz	1	916.41	193.52	722.89	303.96	57.95
Maíz	2	1045.59	162.89	882.70	362.96	58.88
Maíz	3	1320.80	131.66	1189.14	507.96	57.28
Maíz	4	952.79	130.15	822.64	327.92	60.14
Maíz	5	984.38	155.98	828.39	302.48	63.49
Maíz	6	1023.89	162.06	861.83	328.76	61.85
Frijol	1	1021.82	203.86	817.95	384.53	52.99
Frijol	2	898.58	191.63	706.93	346.21	51.03
Frijol	3	1164.50	130.21	1034.29	433.10	58.13
Frijol	4	952.80	139.49	813.30	309.70	62.66
Frijol	5	1233.42	60.60	1172.81	523.63	55.35
Frijol	6	1101.46	78.49	1022.97	445.68	56.43
Olote de maíz	1	1183.96	124.01	1059.95	437.25	59.75
Olote de maíz	2	764.32	177.64	586.68	214.20	63.49
Olote de maíz	3	1086.67	177.61	909.06	348.32	61.68
Olote de maíz	4	1109.74	155.57	954.17	393.19	58.79
Olote de maíz	5	996.71	78.47	918.24	341.35	62.82
Olote de maíz	6	1069.34	155.64	913.70	346.42	62.09

Anexo # 7. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo promedio por animal de la proteína cruda de raciones a base de rastrojo amoniatoado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO.	REPETI-CION	PROTEINA CRUDA				
		OFRECIDA (g)	DESECHADA (g)	CONSUMIDA (g)	EXCRETADA (g)	DIGESTIBILIDAD (%)
Maíz	1	141.66	10.88	130.78	39.03	70.16
Maíz	2	168.34	16.86	142.48	42.14	70.42
Maíz	3	224.16	8.04	216.12	63.29	70.72
Maíz	4	166.74	9.34	157.40	42.56	72.96
Maíz	5	166.71	13.37	153.34	42.82	72.08
Maíz	6	207.44	17.79	189.66	44.04	76.78
Frijol	1	166.96	24.28	142.68	43.08	69.81
Frijol	2	143.88	24.96	118.92	38.15	67.92
Frijol	3	189.58	15.37	174.21	54.65	68.63
Frijol	4	152.10	17.40	134.70	39.10	70.97
Frijol	5	199.10	6.60	192.50	55.42	71.21
Frijol	6	202.55	12.33	190.22	48.67	74.42
Olote de maíz	1	283.62	5.27	278.35	53.62	80.73
Olote de maíz	2	182.36	8.80	173.56	26.35	84.82
Olote de maíz	3	206.44	16.20	190.24	38.18	79.93
Olote de maíz	4	206.13	25.63	180.50	39.11	78.33
Olote de maíz	5	190.99	3.89	187.10	43.11	76.96
Olote de maíz	6	195.96	7.84	188.12	35.55	81.11

Anexo # 8. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo
 promedio por animal de la fibra neutro detergente de raciones
 a base de rastrojo amoniado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIADO.	REPETI- CION	FIBRA NEUTRO DETERGENTE				
		OFRECIDA (g)	DESECHADA (g)	CONSUMIDA (g)	EXCRETADA (g)	DIGESTIBILIDAD (%)
Maíz	1	754.87	169.13	585.74	214.42	63.39
Maíz	2	828.75	134.73	694.02	272.47	60.74
Maíz	3	1000.80	118.25	882.55	374.20	57.60
Maíz	4	719.97	117.31	602.67	240.51	60.09
Maíz	5	681.07	132.93	548.15	212.10	61.31
Maíz	6	726.38	136.41	589.97	232.85	60.53
Frijol	1	759.48	163.10	596.38	322.70	45.89
Frijol	2	753.96	154.46	599.50	281.24	63.09
Frijol	3	812.98	103.79	709.19	343.01	51.63
Frijol	4	687.22	110.50	576.73	235.73	59.13
Frijol	5	896.66	147.09	849.57	422.16	50.31
Frijol	6	778.23	155.97	722.26	344.53	52.30
Olote de maíz	1	1024.69	123.87	900.82	357.06	60.36
Olote de maíz	2	631.05	175.48	455.57	165.41	63.69
Olote de maíz	3	910.65	169.09	741.56	278.95	62.38
Olote de maíz	4	963.77	140.46	823.31	311.66	62.15
Olote de maíz	5	671.13	176.58	594.56	260.63	66.16
Olote de maíz	6	837.47	147.26	690.20	280.33	59.38

10/10/10
 10/10/10
 10/10/10

Anexo # 9. Consumo voluntario promedio por animal de la energía digerible (Mcal/kg.)* de raciones a base de rastrojo amoniatado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIATADO.	REPETICION	ENERGIA DIGERIBLE (mcal./kg.)		
		OFRECIDA	DESECHADA	CONSUMIDA
Maíz	1	2.69	0.48	2.21
Maíz	2	3.05	0.42	2.62
Maíz	3	4.03	0.35	3.68
Maíz	4	2.90	0.35	2.55
Maíz	5	3.07	0.41	2.66
Maíz	6	3.33	0.45	2.87
Frijol	1	3.05	0.60	2.45
Frijol	2	2.74	0.56	2.18
Frijol	3	3.60	0.36	3.24
Frijol	4	2.91	0.38	2.53
Frijol	5	3.74	0.17	3.57
Frijol	6	3.58	0.23	3.34
Olote de maíz	1	4.00	0.32	3.68
Olote de maíz	2	2.66	0.51	2.16
Olote de maíz	3	3.65	0.51	3.14
Olote de maíz	4	3.55	0.47	3.08
Olote de maíz	5	3.54	0.22	3.33
Olote de maíz	6	3.35	0.44	2.91

* Megacalorias por kilogramo.

Anexo # 10. Consumo de MOD * por kg de peso metabólico (PV 0.75) promedio por animal en raciones a base de rastrojo amoniado.

RACION A BASE DE RASTROJO AMONIADO.	REPETICION.	MATERIA ORGANICA				
		CONSUMO (g)	DIGEST. (%)	DIGERIDA (g)	PV (0.75) (kg)	DIGERIDA/Kg PV (0.75) (g)
Maíz	1	722.89	57.95	418.93	15.5	27.10
Maíz	2	882.70	58.88	519.74	14.8	35.00
Maíz	3	1189.14	57.28	681.18	18.1	37.65
Maíz	4	822.64	60.14	494.71	15.2	32.65
Maíz	5	828.39	63.49	525.91	14.4	36.55
Maíz	6	861.83	61.85	533.06	15.5	34.49
Frijol	1	817.95	52.89	433.42	15.3	28.32
Frijol	2	706.93	51.03	360.72	15.2	23.80
Frijol	3	1034.29	58.13	601.19	15.3	39.28
Frijol	4	813.30	62.86	509.60	14.5	35.04
Frijol	5	1172.81	55.35	649.18	18.2	35.60
Frijol	6	1022.97	56.43	577.28	14.7	39.28
Olote de maíz	1	1059.95	58.75	622.69	18.5	33.62
Olote de maíz	2	586.68	63.49	372.48	14.5	25.61
Olote de maíz	3	909.08	61.68	560.74	14.7	38.15
Olote de maíz	4	954.17	58.79	560.98	15.5	36.90
Olote de maíz	5	918.24	62.82	576.88	15.5	37.32
Olote de maíz	6	913.70	62.09	567.28	14.8	38.20

* Materia orgánica digerible.

Anexo # 11. Análisis de varianza (ANDEVA), para el consumo de MS, MO, PC, FND, ED y MS en relación al peso vivo, de raciones a base de rastrojo amoniado.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS.					
		MS	MO	PC	FND	ED	MS (% PV)
TRATAMIENTO	2	11490.6	3344.3	2902.39	3823.40	0.121	0.082
ERROR	15	32157.5	27168.6	1166.98	17332.69	0.262	0.112
TOTAL	17						
F. CAL.		0.357 n.s.	0.123 n.s.	2.487 n.s.	0.221 n.s.	0.461 n.s.	0.729 n.s.
C.V. (%)		18.05	18.2	19.58	19.48	17.95	13.11

Anexo # 12. Análisis de varianza (ANDEVA), para la digestibilidad de MS,MO, PC, FND y consumo de MOD/Kg PV (0.75) de raciones. a base de rastrojo amoniado.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	CUADRADOS MEDIOS.					
		MS	MO	PC	FND	MOD	MOD/kg PV (0.75)
TRATAMIENTO	2	47.49	43.23	165.34	147.58	729.09	2.77
ERROR	15	10.53	8.82	6.28	9.75	8925.07	25.47
TOTAL	17						
F.CAL.		4.50*	4.90*	26.31**	15.12**	0.06 n.s	0.10 n.s
C.V.(%)		5.71	5.03	3.37	5.41	17.78	14.80

* Diferencia significativa a un nivel de (P<0.05%)

** Diferencia significativa a un nivel de (P<0.01%)

ANEXO 13: HOJA DE CAMPO

EXPERIMENTO _____

Ident. del animal _____

Tratamiento _____ Repetición _____ Corral _____

Peso Inicial: _____ Kg Peso Final: _____ Kg

Fecha	Alimento ofrecido (g)	Alimento desechado (g)	Alimento consumido (g)	Heces producidas (g)
TOTAL				

CONSUMO VOLUNTARIO Y DIGESTIBILIDAD
IN VIVO DE RESIDUOS AGRICOLAS
AMONIATADOS CON UREA

POR:

Roberto Arturo Campos Portillo

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

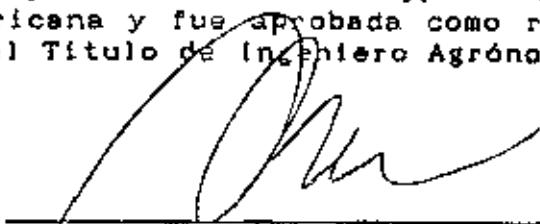
INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA


Esta Tesis fue presentada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo.

Fue sometida a consideración de los Coordinadores del Departamento, Jefe del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue aprobada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

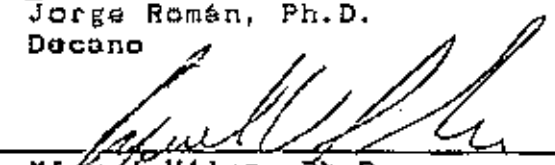
Abril de 1991.



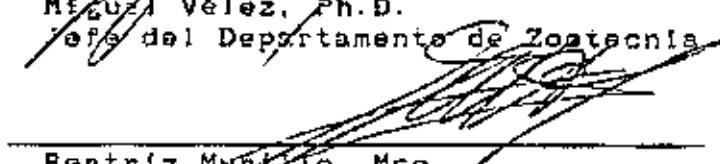
Simón E. Malo, Ph.D.
Director



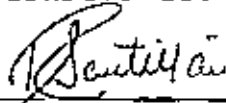
Jorge Román, Ph.D.
Decano



Miguel Vélez, Ph.D.
Jefe del Departamento de Zootecnia




Beatriz Murillo, Msc.
Coordinador del Departamento

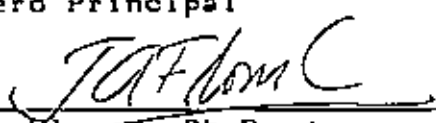


Raúl Santillán, Ph.D.
Coordinador del Departamento

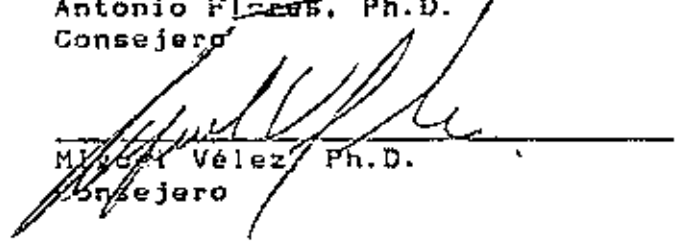
Comité de Profesores:



Beatriz Murillo, Msc.
Consejero Principal



Antonio Pizarro, Ph.D.
Consejero



Miguel Vélez, Ph.D.
Consejero