



ZAMORANO

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

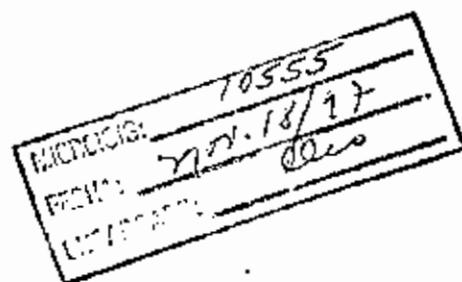
AUMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE VACAS DE DOBLE PROPOSITO
UTILIZANDO AMONIATACION DE RASTROJOS

Tesis presentada como requisito para optar al título
de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de licenciatura

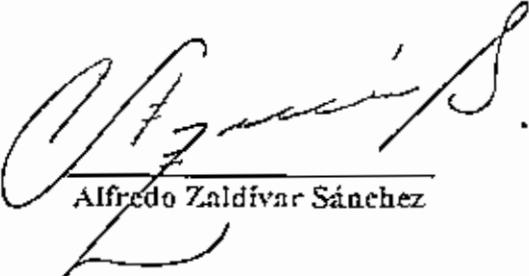
por

Alfredo Zaldívar Sánchez

Honduras, 26 de abril de 1997



El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Alfredo Zaldívar Sánchez

Zamorano, Honduras, 26 de abril de 1997

DEDICATORIA

A Dios, Todopoderoso, por darme la vida e iluminar el camino hacia mi realización.

A mis queridos padres Alfredo Zaldívar y Emperatriz Sánchez, por el amor, sacrificio, confianza y esfuerzo que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

A mis hermanos, José Roberto, Carlos Ernesto, Mario Enrique y Luis Andrés, por su cariño, apoyo y solidaridad que siempre me brindaron.

A mi sobrinita Carla Emperatriz Zaldívar Quiroz, el primer retoño de la familia Zaldívar Sánchez.

A mi familia de El Salvador, Mamá Tota, Papá Chepe, Mamá Amparito, Dita y sus niñas, Andrés y sus hijos, Quique y su Negrita, Joselito y sus niñas, y a la Lic. Moyra Cruz Zaldívar. A todos ellos, fuentes de amor y cariño, que me dieron la fortaleza para alcanzar esta meta.

A María Del Carmen Moreno Velásquez, por su comprensión y gran amor, los cuales fueron el estímulo para la culminación de esta meta.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Isidro Matamoros, consejero principal, por su excelente asesoría, y por el apoyo moral y la amistad que me brindó junto con su esposa, Carla.

Al Dr. Antonio Flores por su valiosa enseñanza, dirección, paciencia y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Ing. Marcos Rojas de la Torre por su valiosa orientación, consejos, confianza y apoyo incondicional que fueron guía en la culminación de este trabajo.

Al Dr. Raúl Zelaya, por su ayuda y colaboración en este trabajo de investigación y en la continuación de mis estudios de cuarto año.

Al Dr. Alonso Moreno, y por su intermedio a la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, GTZ, por el apoyo financiero para mis estudios de Ingeniería Agronómica en la Escuela Agrícola Panamericana, EAP.

Al Dr. Leonardo Corral, por su colaboración en los análisis estadísticos y en la interpretación de los resultados.

A los productores Don Rene Barahona, Don Manuel Carrasco (QEPD), Don Sebastián Trujillo Y Don Fausto Matamoros (QEPD), por su valiosa cooperación en facilitar sus fincas para la realización de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el uso de la amoniatación del rastrojo de maíz o sorgo, en la producción de leche y carne de animales de doble propósito y capacitar a los productores en el sistema de amoniatación del rastrojo de maíz o sorgo como alternativa de alimentación durante la época seca. El estudio se llevó a cabo en El Llano (finca A) y en Santa Inés (finca B), Francisco Morazán; y en dos fincas (C y D) de la comunidad de El Suyate, El Paraíso. Se usaron ocho vacas en producción dentro de cada finca, con sus respectivos terneros. En la finca A y B los animales tenían cruzamiento de Holstein con Brahman; y en la C y D los animales eran de la raza Brahman. El experimento tuvo una duración de 98 días. Se utilizó un diseño reversible (switch back), con dos tratamientos (rastrojo amoniato vs rastrojo sin amoniar), y melaza como fuente de suplementación de energía. El consumo voluntario de rastrojo, la producción y la composición nutricional de la leche (grasa y proteína), y la ganancia diaria de peso, fueron mayores ($p < 0.01$) en las vacas que consumieron rastrojo amoniato con respecto a las que consumieron rastrojo sin tratar. En forma similar los terneros presentaron mayores ganancias de peso cuando consumieron rastrojo amoniato, que cuando consumieron el rastrojo sin tratar.

CONTENIDO

	Pág.
Portadilla.....	i
Derechos de Autor.....	ii
Aprobada.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de Anexos.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 VALOR NUTRITIVO Y COMPOSICION QUIMICA DE LOS RASTROJOS.....	4
2.2 FACTORES QUE REGULAN EL CONSUMO VOLUNTARIO.....	6
2.3 TRATAMIENTOS QUE MEJORAN LA CALIDAD DE LOS FORRAJES..	6
2.3.1 Molienda.....	6
2.3.2 Tratamiento químico alcalino del material fibroso.....	6
2.3.2.1 Hidróxido de sodio.....	6
2.3.2.2 Amoniatación.....	7
2.3.2.2.1 Amoníaco.....	7
2.3.2.2.2 El uso de la urea para producir amoníaco.....	7
2.4 PROCESOS DE AMONIATACION.....	8
2.4.1 El nivel de amonía.....	8
2.4.2 Temperatura.....	8
2.4.3 Tiempo de reacción.....	8
2.4.4 Humedad.....	8
2.4.5 Tipo y calidad de rastrojo.....	9
2.5 LA MELAZA COMO FUENTE DE SUPLEMENTACION DE ENERGIA.....	9
2.6 BENEFICIOS DE LA AMONIATACION EN LA PRODUCCION ANIMAL..	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 LOCALIZACION.....	11
3.2 ANIMALES.....	11
3.3 ALIMENTO.....	11
3.4 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	12
3.5 VARIABLES DETERMINADAS.....	12
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS.....	12
3.7 METODOLOGIA Y/O MANEJO EXPERIMENTAL.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	14
4.1 COMPOSICION NUTRICIONAL DE LOS RASTROJOS.....	14
4.2 CONSUMO VOLUNTARIO DE LOS RASTROJOS.....	15

4.3 EFECTO DE LOS RASTROJOS EN LA PRODUCCION DEL GANADO.....	16
4.3.1 Efecto del rastrojo amoniado en la producción de leche.....	16
4.3.2 Efecto en el contenido de grasa de la leche.....	17
4.3.3 Efecto del rastrojo amoniado en la proteína de la leche.....	18
4.3.4 Efecto en la ganancia de peso corporal de las vacas.....	19
4.3.5 Ganancia de peso en los terneros.....	20
4.4 OBSERVACIONES ADICIONALES.....	21
4.4.1 Efecto del rastrojo amoniado en la reproducción animal.....	21
4.4.2 Análisis económico preliminar.....	21
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. RECOMENDACIONES.....	25
VII. BIBLIOGRAFIA.....	26
VIII. ANEXOS.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Esquema del sistema reversible (SWITCH BACK).....	12
2. Promedio de la composición química nutricional.....	14
3. Consumo voluntario de rastrojo amoniado y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.....	16
4. Efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniatar, en la producción de leche en las vacas de cada una de las fincas del estudio.....	17
5. Efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniatar en el contenido de grasa y proteína de la leche de las vacas en las cuatro fincas del estudio.....	18
6. Ganancias de peso de las vacas, por efecto del consumo del rastrojo amoniado y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.....	19
7. Ganancia de peso de los terneros por efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.....	20
8. Beneficio entre los rastrojos.....	22
9. Costos entre los rastrojos. Remuneración del trabajo en Lempiras de 1992.....	22
10. Análisis económico marginal entre el rastrojo amoniado y sin amoniatar.....	23

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Consumo voluntario promedio de rastrojo amoniatar y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.....	29
2. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de consumo voluntario de rastrojo amoniatar y sin amoniatar como tratamientos.....	29
3. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniatar y sin amoniatar) durante tres períodos en la finca A (litros).....	29
4. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos de rastrojo amoniatar y sin amoniatar.....	30
5. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniatar y sin amoniatar), durante tres períodos en la finca B (litros).....	30
6. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos rastrojo amoniatar y sin amoniatar.....	30
7. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas de rastrojo amoniatar y sin amoniatar durante tres períodos de la finca C (litros).....	31
8. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1 de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos de rastrojo amoniatar y sin amoniatar.....	31
9. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniatar y sin amoniatar) durante tres períodos en la finca D (litros).....	31
10. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1 de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos rastrojo amoniatar y sin amoniatar.....	32

I. INTRODUCCION

En Centro América, los hatos de doble propósito albergan el 78% de los vacunos y producen el 66% y el 72% de la carne y la leche fluida, respectivamente (Ruiz, 1980).

En Honduras, el sector agropecuario, es el principal contribuyente al PIB del país, habiendo sido este aporte del 34% en los últimos 10 años. Sólo la ganadería generó para 1989 aproximadamente el 20.5% del valor agregado total.

En el país existen alrededor de 90,250 explotaciones dedicadas a la ganadería, las cuales ocupan una superficie total de 3,157.000 ha., con un tamaño promedio de 35 ha. y 30 cabezas por explotación. Las explotaciones con menos de 20 ha. de superficie (56,858 productores) constituyen el 63% del total de las explotaciones, poseen menos del 15% del total de hectáreas y alrededor del 22% del ganado vacuno. A las explotaciones medianas (20-400 ha) corresponden el 66% del total de hectáreas y poseen el 66% del ganado; es decir, concentran las dos terceras partes de los recursos tierra y ganado (Latinoconsult, 1984).

El diagnóstico ganadero estima que el pequeño productor dedica en promedio el 71% de su superficie a la producción ganadera. El 88% de los ganaderos dirige personalmente su explotación, lo cual es más marcado en las propiedades de menos de 20 hectáreas. La proporción que dirige personalmente su explotación se reduce a medida que se incrementa la superficie.

El ganado vacuno está constituido en su mayoría por animales criollos, algunos de los cuales han sido cruzados con otras razas, especialmente con cebú. En algunas zonas cercanas a las plantas procesadoras de leche, el cruce se ha hecho con Pardo Suizo y Holstein y en menor proporción con Jersey, Guernsey y otros.

A pesar de haberse introducido prácticas de manejo, como forrajes mejorados y alta mecanización, la eficiencia productiva y reproductiva de los hatos sigue siendo baja. Sarmiento y col. (1981), atribuyen la baja productividad de los hatos de doble propósito a la pobre persistencia de la lactancia, limitada por su potencial genético y una alimentación deficiente.

Esta deficiencia en la alimentación se agrava en la época de verano cuando los agricultores cuentan solamente con materiales fibrosos (rastros, pajas y subproductos agrícolas), los cuales poseen características que limitan su valor nutritivo. Sin embargo, mediante tratamientos físicos y químicos puede mejorarse su valor alimenticio.

Por las razones indicadas, se realizó el presente estudio sobre la conservación de forraje por medio de amoniatación durante la época de verano; con un enfoque hacia los pequeños y medianos productores.

1.1 OBJETIVOS

- Evaluar el uso de la amoniatación del rastrojo de maíz o sorgo, en la producción de leche y carne de animales de doble propósito.
- Capacitar a los productores en el sistema de amoniatación del rastrojo de maíz o sorgo como alternativa de alimentación para la época seca.

EL REVISION DE LITERATURA.

En América tropical, especialmente en el trópico seco, es difícil desarrollar sistemas intensivos de producción de ruminantes. Entre las limitantes se puede mencionar: La baja disponibilidad del recurso tierra y su competencia para la producción de granos y cereales de primera necesidad (Preston y col., 1985); las marcadas épocas de lluvia y sequía que hacen necesaria la conservación de forrajes; la falta de conocimiento para manejar subproductos agroindustriales para la alimentación animal; y los métodos de conservación de pastos y forrajes.

La productividad ganadera en los países del trópico está regida primordialmente por los cambios estacionales en la cantidad y calidad (contenido de proteína cruda y digestibilidad) de los forrajes. Por lo tanto, se tiene que considerar otros recursos que pueden jugar un papel estratégico, como son los residuos y subproductos de cultivos, que constituyen del 75 al 80% de la producción agrícola (Ruiz, 1980).

Para el caso, se estima que en África y América Latina la producción anual de residuos es alrededor de 407 millones de toneladas, incluyendo el bagazo de caña de azúcar (Rohlich, 1981).

Los pastos constituyen el principal alimento del ganado bovino, siendo los más predominantes *Hyparrhenia rufa* (68%), *Panicum maximum* (17%), y algunos pastos mejorados como *Cynodon nlemfuensis* y *Pennisetum purpureum*, que cubren el 15% de la superficie total de las fincas. Sin embargo, se observan marcadas deficiencias en el establecimiento y manejo de los pastos. El potencial de los pastos existentes en algunas zonas está subutilizado y muchas veces no se consume cuando está en su mejor estado nutricional, por ello su capacidad de carga es baja. Actualmente, existe una tendencia innovadora para mejorar los pastos, por lo que las deficiencias apuntadas tienden a reducirse; sin embargo, el problema de utilización de los pastos se agrava durante los períodos de sequía o de excesiva precipitación por lo que es necesario conservarlos o preservarlos para el verano.

La alimentación es uno de los problemas principales de la producción de ruminantes en los trópicos, especialmente en la época de sequía, en la cual el crecimiento de pastos es mínima o nula y los remanentes de la época de lluvia son de mala calidad (Raudales, 1990).

Después de la cosecha de granos los agricultores afrontan el problema del manejo del sobrante de la planta o rastrojo. La práctica común consiste en quemar los rastrojos en los campos de cultivo, ocasionando problemas de contaminación ambiental. Sin embargo, tampoco es aconsejable dejar residuos agrícolas en el suelo, debido al desarrollo de pestes que pueden ser

perjudiciales para los nuevos cultivos. Los residuos deben ser removidos del campo para darles una utilidad más productiva (Sánchez, 1976).

Los usos potenciales de los subproductos y residuos agrícolas son como alimento animal, combustible o fertilizantes; pero casi siempre es mejor utilizarlos en la alimentación de los animales; de esta manera se hace una utilización directa de la materia orgánica y no hay problemas de contaminación (Preston, 1980). Los rumiantes son los animales más adecuados para consumir tales pajas y rastrojos (Sánchez, 1976).

Los materiales fibrosos son mal digeridos y no proveen suficiente energía digerible, proteína y minerales como para mantener el peso corporal del ganado durante la época de sequía. Su limitado valor nutritivo hace que su utilización en alimentación animal sea muy limitada, aún a pesar de que estos subproductos se encuentran en abundancia, sobre todo durante la época de sequía que es precisamente cuando escasean los forrajes de buena calidad. Como son poco utilizados por los ganaderos, su acumulación produce polución (Conrad y Pastrana, 1990).

Una costumbre para solucionar parcialmente el problema es recoger los rastrojos de maíz y almacenarlos en forma de "manojos de huate" en galeras o pastorear el rastrojo que queda en el campo con los animales.

Los residuos agrícolas comúnmente usados en la alimentación de rumiantes, por su abundancia, son las pajas y rastrojos resultantes de la producción de cereales, particularmente la paja de arroz y el rastrojo de maíz (Llamas y col., 1986).

El rastrojo de maíz se encuentra disponible durante todo el año llegando a obtenerse entre 3,800 a 4,000 kg de materia seca (MS)/ha/cosecha, siendo normalmente equivalente en peso a la producción de grano (Conrad y Pastrana, 1990 ; Campos, 1991).

2.1 VALOR NUTRITIVO Y COMPOSICION QUIMICA DE LOS RASTROJOS.

Los tejidos vegetales presentan una serie de limitaciones para su uso como recurso alimenticio. Su valor alimenticio está limitado por la baja densidad energética, deficiencia de nitrógeno, minerales y vitaminas, y la posible presencia de compuestos tóxicos, naturales o sintéticos o agentes patógenos. Además, generalmente presentan un alto contenido de fibra, alto grado de lignificación, lenta tasa de fermentación, lenta tasa de pasaje, baja digestibilidad y bajo consumo voluntario (Escobar y Parra, 1980).

El principal factor que reduce la digestibilidad del rastrojo de maíz es la lignina. Existe una alta correlación negativa entre la digestibilidad y el contenido de lignina, tanto en forrajes de la zona templada como de la zona tropical.

La lignina es una fracción no digerible y actúa como una barrera física y química entre el sustrato (celulosa y hemicelulosa) y las enzimas hidrolíticas producidas por las bacterias del rúmen (Escobar y Parra, 1980).

Al igual que en otras gramíneas, la lignificación de los cereales es promovida por la alta temperatura ambiental. Es por esta razón que los ensilajes y la gramínea en la zona tropical presentan un 10% menos de digestibilidad que sus homólogos de las zonas templadas (Van Soest y col., 1980).

En la mayoría de los materiales fibrosos, los niveles de fibra cruda están por encima de 30% y los de nutrientes digeribles totales (NDT), por debajo de 50%. Así mismo, la fibra ácido detergente (FAD) varía entre 35 y 55%, y la lignina entre 5 y 16%; los cuales son indicadores de una baja digestibilidad. La proteína cruda se encuentra alrededor de 5%. Los niveles de cenizas son altos, hasta 17%; aún siendo bajos en calcio y fósforo.

En consecuencia, es imposible que el ganado consuma suficientes cantidades de estos materiales secos con alto contenido en fibra, ya que no alcanzan ni para mantenimiento (Conrad y Pastrana, 1990).

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 está 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 rúmen varía entre un 45 y 90%. La lignina es polifenol amorfo de alto peso molecular y su función es proporcionar fuerza y rigidez a la planta. En contraste, la concentración de lignina es de 2 a 4% en forrajes tiernos y hasta un 15% en forrajes maduros, pero no tienen valor nutricional porque no está disponible para la microflora del rúmen (Jackson, 1978; Pigden y Heaney, 1969; Sundstol y Coxworth, 1984).

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 rúmen. Sin embargo, se ha demostrado que mediante tratamientos físicos o químicos puede aumentarse su disponibilidad a la microflora ruminal (Church y Poud, 1987; Klopfenstein, 1978).

2.2 FACTORES QUE REGULAN EL CONSUMO VOLUNTARIO.

Los factores que regulan el consumo de los rastrojos son su baja digestibilidad, su alto contenido de fibra neutro detergente (FND), la velocidad de paso del alimento a través del rúmen y la capacidad del tracto digestivo de los animales. El consumo está altamente correlacionado con la composición química y digestibilidad de la materia seca (MS), y éste declina debido a que las paredes celulares constituyen más del 50% de la MS (Anderson y col., 1981).

2.3 TRATAMIENTOS QUE MEJORAN LA CALIDAD DE LOS FORRAJES

2.3.1 Molienda

El modificar el tamaño de la partícula del rastrojo permite mejorar el aprovechamiento por el animal y aumenta la velocidad de pasaje por el rúmen, incrementando su consumo voluntario hasta en un 25% (Escobar y Parra, 1980; Rodríguez, 1986).

2.3.2 Tratamiento químico alcalino del material fibroso

En los países productores de cereales se han estudiado numerosos métodos de tratar las pajas o rastrojos para incrementar su digestibilidad y consumo. El propósito fundamental es el de aumentar la solubilidad de la fibra, la lignina y otros componentes estructurales al romper las uniones que dan fuerza estructural a los rastrojos o pajas a medida que ellas maduran.

Los tratamientos alcalinos, rompen los enlaces de lignina celulosa y lignina hemicelulosa, haciendo más solubles las paredes celulares, facilitando la acción o la actividad celulolítica del rúmen, e incrementando la digestibilidad y el consumo voluntario (Conrad y Pastrana, 1990).

2.3.2.1 Hidróxido de sodio. Se ha utilizado con éxito el hidróxido de sodio (soda cáustica), que es un álcali fuerte. Esta sustancia es difícil y peligrosa de usar y se debe tener mucho cuidado para evitar su contacto con los ojos o la piel de los trabajadores. Además, produce un alimento alto en sodio (a veces alcanza niveles tóxicos), el cual aumenta considerablemente el consumo de agua y la eliminación de orina.

2.3.2.2 Amoniatación. La amoniatación, en comparación con el tratamiento con hidróxido de sodio, suplementa el material con nitrógeno no proteico (Pearce, 1982), y no aumenta el contenido de sales en el residuo; por lo tanto, no genera problemas de contaminación ni de salinidad en los suelos (Escobar y Parra, 1980).

La amoniatación de rastrojo es un tratamiento químico alcalino, en el cual el amoníaco actúa rompiendo los enlaces existentes entre la hemicelulosa y los grupos fenólicos de la lignina, aumentando la disponibilidad de la pared celular para la degradación microbiana (Llamas y col., 1986).

Existen diversos métodos para utilizar el amoníaco, incluyendo tratamientos que utilizan amoníaco gaseoso, en solución (Hidróxido de amonio) o generado a partir de la urea. La selección del método para llevar a cabo la amoniatación depende del costo y la disponibilidad de la fuente generadora de amoníaco.

2.3.2.2.1 Amoníaco. El gas del amoníaco se puede aplicar como amoníaco anhidro. Sin embargo, como gas es volátil y tiene que ser almacenado bajo presión, lo que lo hace difícil de manejar, requiere equipo especial y de alto costo. Se utiliza en grandes operaciones, donde existe la infraestructura necesaria para realizar la distribución del amoníaco en cilindros o tanques.

2.3.2.2.2 El uso de la urea para producir amoníaco. La urea es una sustancia blanca, cristalina, soluble en agua, que contiene un 46% de nitrógeno y se usa ampliamente como fertilizante nitrogenado. Se produce sintéticamente combinando amoníaco y dióxido de carbono. La urea se descompone por la acción de la enzima ureasa y produce amoníaco. La enzima ureasa está presente en muchos materiales vegetales. La urea representa la mejor alternativa para las condiciones de pequeños productores, ya que se usa en las fincas como fertilizante y los agricultores conocen su manejo.

La urea también puede usarse para el tratamiento químico de los rastrojos y para mejorar su valor nutricional lo que incrementa el consumo voluntario del animal.

El amoníaco se genera rápidamente a partir de la urea cuando se mezcla con paja húmeda, ya que la paja contiene ureasa para la liberación del amoníaco. Cuando no es suficiente la ureasa de las pajas o rastrojos, es necesario agregar una fuente de la enzima (Torres y col. 1982); como la harina de canavalia o de soya cruda (Williams y col. 1984; citado por Forero, 1988).

2.4 PROCESOS DE AMONIATACIÓN

El nivel de amonía, la temperatura, el tiempo de reacción, la humedad y el tipo y calidad de material por amoniar, son los factores que afectan la eficiencia del tratamiento.

2.4.1 El nivel de amonía

Sundstel y col. (1984), concluyó que desde el punto de vista económico, el óptimo está entre 2.5 - 3.5% del peso del material y que no justifica exceder del 4%; a igual que Zapana (1990), en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP).

2.4.2 Temperatura

La temperatura ambiental afecta la velocidad de reacción, pero no hay problema porque en los trópicos varía de 20 - 40 °C.

2.4.3 Tiempo de reacción

El tiempo de reacción para la fijación del amoníaco está íntimamente ligado a la temperatura del ambiente. Sundstol y Coxworth (1984), mencionan los siguientes tiempos de reacción dependiendo de la temperatura:

<u>Temperatura</u>	<u>Tiempo de Reacción</u>
15 a 40 °C	4 semanas

Concuerda con Zapana (1990).

2.4.4 Humedad

Orskow (1982), concluyó que los tratamientos de amoniatación requieren de bajos porcentajes de humedad en comparación con los tratamientos con hidróxido de sodio. Tejada (1979), encontró que un contenido mayor del 50% de humedad inicial en el rastrojo, causa que la

actividad del amoníaco no sea homogénea, Zapana (1990), concluyó que para el rastrojo de maíz, el tratamiento con 4% de urea, 30% de humedad y 28 días como tiempo de reacción, demostró ser el más eficiente en fijar nitrógeno y mejorar la digestibilidad; mientras que para el sorgo el porcentaje de humedad debería de ser del 40%.

2.4.5 Tipo y calidad de rastrojo

Estas características dependen de la fuente vegetal y su estado de madurez (Baumgardt, 1969). La lignificación aumenta a altas temperaturas y fotoperíodos cortos, las cuales son características en los trópicos.

2.5 LA MELAZA COMO FUENTE DE SUPLEMENTACION DE ENERGIA.

La melaza es un subproducto de la industria azucarera que contiene de 40 a 60% de azúcares totales. En la producción animal se usa como fuente de energía, como medio para mejorar la palatabilidad, evitar la condición polvosa de los concentrados y como vehículo de fuentes de nitrógeno no proteico, minerales y vitaminas. La melaza combinada con productos ricos en proteína o precursores de éstos como la urea, que tiene un precio relativamente barato y se le encuentra disponible, da resultados favorables en la producción de carne y leche.

2.6 BENEFICIOS DE LA AMONIATACION EN LA PRODUCCION ANIMAL.

El objetivo de la amoniatación es incrementar la digestibilidad, el consumo y el contenido de proteína cruda. El incremento en el consumo producirá luego un aumento en la producción, que se mide como ganancia corporal, más crías o más producción de leche. Según Saenger y col. (1983); Troxel (1980); Cantner (1987); los efectos de amoniatación sobre el rastrojo son los siguientes:

1. Aumenta la digestibilidad de un 5 a un 15%.
2. Aumenta el consumo por el animal de un 15 a 25%.
3. Aumenta el contenido de nitrógeno de un 3 a 8%.
4. Aumenta el consumo de energía y de proteína de un 35 a 45%.
5. Preserva el forraje (el amoníaco es excelente fungicida).
6. Incrementa el desempeño animal (ganancia de peso).

En un compendio de 36 ensayos en los que se incluyen ocho diferentes residuos de cosecha, Kunkle (1987) reportó que la digestibilidad de los forrajes no tratados fue en promedio 45.2% comparada con 55.9% en los tratados con amoníaco. Por su parte, Brown y col. (1987), reportaron que la amoniación de la paja de arroz aumentó la digestibilidad de la materia orgánica en un 17% y la digestibilidad de la fibra ácido detergente (FAD) en un 19%. Un aumento de la digestibilidad permite que el ganado consuma más material fibroso de baja calidad. Un compendio de 15 ensayos mostró un aumento promedio del 22% en consumo de forraje (Kunkle, 1987). Brown y col. (1987), encontraron que la amoniación de la paja de arroz aumentó el consumo en un 28%.

El contenido de proteína cruda de los residuos de cosecha y de los henos maduros de gramíneas es frecuentemente menor a un 6%. Un estudio de 36 ensayos mostró que el contenido de proteína cruda incrementó en 7.3% unidades de porcentaje por el tratamiento con amoníaco. El contenido promedio aumentó de 5.8% a 13.1% debido al tratamiento con amoníaco. El porcentaje de nitrógeno amoniacal retenido y analizado como proteína cruda fue de 39%. Un incremento de la digestibilidad en 10.7% y una elevación del 22% en el consumo resulta aproximadamente en un aumento calculado de 50% en el consumo de energía digestible. Esto genera una ganancia de peso o un aumento de la producción de leche (Kunkle, 1987).

Perdok y col. (1982), reportaron que novillas Sahiwal aumentaron de peso casi cinco veces más rápido que las alimentadas con paja no tratada (73 g. vrs 346 g/día). El consumo aumentó en un 36% con el tratamiento de la paja. En este estudio todos los animales recibieron 6 kg de ensilaje de una gramínea y 0.5 Kg de concentrado, que constituyeron casi la mitad de su ración diaria.

La producción de leche de vacas Gir aumentó con la alimentación de paja de arroz amoniada. En este estudio el consumo aumentó en un 65% y la producción de leche en un 41%. El peso corporal de las vacas en lactancia también aumentó, de pérdidas de 266 g por día a ganancias netas de 193 g por día. (Perdok y col., 1982).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El estudio se llevó a cabo en cuatro fincas localizadas en El Llano (finca A); y en Santa Inés (finca B), El Zamorano, Francisco Morazán; a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,105 mm y una temperatura promedio anual de 26 °C. Las otras dos fincas (C y D) están localizadas en la aldea El Suyate, Morocelí, El Paraíso, a una altura de 670 msnm, bajo una precipitación promedio anual de 700 mm y una temperatura promedio de 30 °C. La selección se hizo tomando una finca representativa por cada lugar o zona.

3.2 ANIMALES

En cada finca se usaron ocho vacas en producción y fueron seleccionadas entre los animales disponibles con características similares, y con sus respectivos terneros. Las vacas fueron utilizadas para evaluar el efecto sobre la producción de leche y ganancia de peso; y los terneros de una edad mayor a los tres meses, para registrar la ganancia de peso.

3.3 ALIMENTO

Como base se proporcionó rastrojo amoniado y no amoniado de maíz o sorgo ad libitum. La amoniación se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de Zapana (1990), para lo cual se utilizó un 4% de urea en base seca y una humedad inicial del 30%. El porcentaje de urea en base seca y la humedad no se cumplieron porque el peso del rastrojo se sobrecestimó. El período de almacenamiento fue de 28 días cubierto herméticamente con plástico de color negro. Se tomaron muestras para los análisis de laboratorio antes y después de amoniatar el rastrojo.

3.4 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

Fueron dos tratamientos (rastrajo amoniado vs rastrajo no amoniado), con 4 repeticiones que fueron cada una de las fincas representativas por zona.

3.5 VARIABLES DETERMINADAS

Ganancia de peso en los terneros y en las vacas producción de leche, ganancia de peso y consumo voluntario.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS

Se usó un diseño reversible doble (double switch back o reversal designs; Cochran y Cox, 1965; Martínez, 1983); cuya ANDEVA fue analizada en la función ANOVA-1, del programa de computación Microcomputer Statistical Program (MSTAT, 1991).

3.7 METODOLOGÍA Y/O MANEJO EXPERIMENTAL

Se realizó un sondeo, diagnóstico de la zona y selección de fincas y productores en el mes de septiembre del año 1991. Antes de iniciar el experimento se midió la cavidad torácica de las vacas con una cinta métrica ya calibrada para ajustar el peso, y los terneros fueron pesados en una báscula portátil.

La alimentación se dio a libre acceso con el sistema reversible doble (DOUBLE SWITCH BACK) como se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Esquema del sistema reversible (SWITCH BACK).

TRATAMIENTOS	PERIODOS		
	I	II	III
Rastrojo Amoniatado	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO A
Rastrojo sin Amoniatar	GRUPO B	GRUPO A	GRUPO B

El experimento se realizó en 3 periodos de 21 días cada uno. El alimento se proporcionó 5 días después de haberse destapado el material para que se aireara el rastrojo amoniado (para el escape del exceso de amoníaco). El rastrojo se ofreció en base al 2,5% del peso vivo y se aumentó de acuerdo al consumo voluntario. Se suplementó con melaza a razón de 0.5 lb por cada 2.0 lb de rastrojo. Como cada periodo constó de 3 semanas, en la primera semana se pesó el alimento ofrecido cada día y el rechazo se guardó para pesarlo al final de la semana, cuando también se pesaron los animales. El primer día de la segunda semana se pesó el alimento ofrecido y al final del día se pesó el rechazo, como testigo de los días anteriores para medir el consumo voluntario. Se continuó realizando este mismo proceso durante las últimas dos semanas y además se obtuvieron muestras de leche.

El registro de producción de leche se hizo dos veces por semana y se tomó una muestra para el análisis de grasa durante las dos últimas semanas. Cada 7 días se realizaron controles de peso. La duración del experimento comprendió desde el periodo seco, a partir del mes de enero hasta junio de 1992.

En la finca A localizada en la comunidad de El Llano, los animales tenían cruzamiento de Holstein con Brahman. El rastrojo utilizado para la amoniación era de sorgo. El clima fue agradable.

En la finca B, ubicada en la comunidad de Santa Inés, los animales tenían mayor grado de cruce con Holstein y el rastrojo empleado para la alimentación fue de sorgo. Su clima fue cálido.

La finca C tenía animales Brahman y su base de alimento fue el rastrojo de maíz; ésta se encuentra en la comunidad de El Suyate, cuya región es árida y posee un clima caliente.

La finca D, también ubicada en El Suyate, tenía animales de la raza Brahman y el rastrojo usado fue de sorgo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 COMPOSICION NUTRICIONAL DE LOS RASTROJOS

El efecto de la urea como fuente de amoniaco para realizar la amoniatación en las diferentes fincas se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Promedio de la composición química nutricional

COMPOSICION	TRATAMIENTOS	
	Rastrojo Amoniatado	Rastrojo sin Amoniatar
Materia seca	92.34	92.33
Materia orgánica	90.62	90.61
Proteína cruda	15.89**	4.03
Fibra Neutro Detergente	62.49**	71.22
Fibra Acido Detergente	41.29**	47.43
Lignina	5.73**	8.21
Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica	60.54**	49.12

M.S.= Materia seca; M.O.= Materia orgánica; P.C.= Proteína cruda;

F.N.D.= Fibra neutro detergente; F.A.D.= Fibra ácido detergente;

Lig.= Lignina; D.I.V.M.O.= Digestibilidad invitro de la materia organica.

NS, ** No significativa o significativa al $P = 0.01$, respectivamente.

En el rastrojo amoniado se puede apreciar un aumento en el nivel de la proteína (de 4.0% a 16.0%), lo cual se debió a la acción de la urea y la fijación de N en el material . El incremento tan alto (hasta un 16%) se debió a la sobreestimación de peso del rastrojo y mayor % de urea aplicado.

Normalmente, los aumentos son del orden de 300% (de 4.0% a 12%) en el contenido de proteína cruda. Estos resultados concuerdan con los trabajos de Llamas y col. (1986), Zapana (1990) y Campos (1991), quienes también encontraron aumentos en los niveles de proteína cruda.

La amoniatación también produjo cambios en otros componentes de la composición química de los rastrojos tratados con urea causando una reducción en la FND, FAD, Lignina y un aumento en la Digestibilidad.

Se determinó un incremento en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO). Este aumento fue de 11.42 unidades de porcentaje, debido al efecto hidrolizante que tiene el amonio sobre el complejo lignina - celulosa y lignina - hemicelulosa, haciendo más disponibles los carbohidratos estructurales. Estos resultados son similares a los de Troxel (1980), Saenger y col. (1983), Cantner (1987), Kunkle (1987), Brown y col. (1987), y Sansoucy y Emery (1982; citado por Campos 1991).

No hubo cambios en los contenidos de materia seca (MS) y materia orgánica (MO), ya que este tratamiento no incrementa el contenido de cenizas porque no se usan, ni se forman sales. Estos resultados coinciden con los reportados por Escobar y Parra (1980), Velasco y col. (1985); Lin y col. (1986; citados por Campos, 1991).

En cambio, causó reducción en la fibra neutro detergente (FND), el cual fue de 8.73 unidades de porcentaje. En la fibra ácido detergente (FAD) la reducción fue de 6.14; y en lignina (Lig.) fue del orden de 2.48 unidades porcentuales. Estos resultados concuerdan con los de Brown y col. (1987), Zapana (1990) y Campos (1991). El propósito fundamental del amonio es el de aumentar la solubilidad de la fibra, la lignina y otros componentes estructurales al romper los enlaces de lignina celulosa y lignina hemicelulosa, haciendo más solubles las paredes celulares, facilitando la acción o la actividad celulolítica del rumen, e incrementando la digestibilidad y el consumo voluntario. El incremento en el consumo producirá luego un aumento en la producción, debido a un mayor consumo del material fibroso disponible bajo condiciones mejor asimilables, energía digestible y el contenido de proteína cruda. El aumento en la producción se mide como ganancia corporal y producción de leche en los animales.

4.2 CONSUMO VOLUNTARIO DE LOS RASTROJOS

El comportamiento fue similar para todas las fincas donde se produjo un incremento en el consumo voluntario cuando los animales estaban consumiendo rastrojo amoniado (RA). Este aumento fue de 54%, lo que equivale a un 3.43% del peso vivo, como se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Consumo voluntario de rastrojo amoniado y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.

TRATAMIENTO	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D	PROMEDIO
RASTROJO AMONIATADO					
Consumo (Kg/día)	11.40**	14.10**	12.40**	11.70**	
% peso vivo	3.54**	3.45**	3.46**	3.25**	3.425**
RASTROJO SIN AMONIATAR					
Consumo (Kg/ día)	5.70 ^{NS}	9.10 ^{NS}	8.90 ^{NS}	8.40 ^{NS}	
% peso vivo	1.77 ^{NS}	2.23 ^{NS}	2.45 ^{NS}	2.45 ^{NS}	2.225 ^{NS}
Incremento en el consumo de RA/RS (%)	100	55	39	39	
Incremento del RA/RS en el % peso vivo	100	55	41	33	54

En la literatura, se reporta que el consumo aumenta en un 36% en vaquillas en crecimiento; mientras que en vacas en producción, el incremento fue de 65% Perdock y col. (1982). Estos incrementos equivalen a consumos de 3.4% por cada 100 Kg de peso para la paja de arroz amonificada y 2.5% para la paja no tratada. Troxel (1980), Saenger y col. (1983) y Cantner (1987), reportaron que se puede aumentar el consumo por animal de un 15 a 25%.

4.3 EFECTO DE LOS RASTROJOS EN LA PRODUCCION DEL GANADO

4.3.1 Efecto del rastrojo amoniado en la producción de leche

El comportamiento de los animales en la producción de leche fue similar para todas las fincas, donde se produjo un aumento en la producción del 30.3% cuando los animales estaban consumiendo rastrojo amoniado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniatar, en la producción de leche en las vacas de cada una de las fincas del estudio.

TRATAMIENTO	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D	PROMED
PRODUCCION DE LECHE (Lts/vaca/día)					
Rastrojo amoniado	4.38**	8.73**	4.30**	3.14**	3.14**
Rastrojo sin amoniatar	1.92 ^{NS}	3.74 ^{NS}	1.67 ^{NS}	2.35 ^{NS}	2.41 ^{NS}
Incremento de RA/RS (%)	128	133	157.5	33.6	30.3

RA= Rastrojo amoniado; RS= Rastrojo sin amoniatar. NS= No significativa, **= Significativa al P=0.01, respectivamente.

En todas las fincas se observó un incremento significativo en la producción de leche cuando las vacas eran alimentadas con rastrojo amoniado en comparación a cuando habían sido alimentadas con rastrojo sin amoniatar. En promedio el incremento fue de 30.3%.

Estos aumentos en la producción de leche se pueden atribuirse a los incrementos en el consumo del rastrojo amoniado por parte de los animales. Esto concuerda con los trabajos de investigación realizados por Perdock y col. (1982), quienes reportaron aumentos en la producción de leche por efecto de un mayor consumo de paja de arroz amoniada.

4.3.2 Efecto en el contenido de grasa de la leche

De todas las fincas la que presentó mayores aumentos en el porcentaje de grasa de la leche fue la finca D, ya que ésta cuenta con animales Brahman y la fuente de alimento fue rastrojo de sorgo, el cual contiene mayor cantidad de fibra.

La que le sigue es la finca C que también posee animales Brahman pero su fuente de rastrojo fue maíz, el cual es más digestible y con menor contenido de fibra y lignina. Las otras, por tener animales con mayor cruzamiento con Holstein (con mayor encaste de Holstein la finca B), presentaron porcentaje de grasa menores (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniatar en el contenido de grasa y proteína de la leche de las vacas en las cuatro fincas del estudio.

TRATAMIENTOS	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D	PROMEDIO
RASTROJO AMONIATADO					
Producción de grasa (%)	3.81**	3.67**	4.60**	4.87**	4.24**
Producción de proteína (%)	3.55**	3.62**	5.14**	5.41**	4.43**
RASTROJO SIN AMONIATAR					
Producción de grasa (%)	3.52 ^{NS}	3.26 ^{NS}	4.27 ^{NS}	4.51 ^{NS}	3.89 ^{NS}
Producción de proteína (%)	3.41 ^{NS}	3.42 ^{NS}	4.53 ^{NS}	5.16 ^{NS}	4.13 ^{NS}
Aumento del RA/RS (%)	8	13	7	8	9

RA= Rastrojo amoniado; RS=Rastrojo sin amoniata. NS, ** No significativa o Significativa al P = 0.01, respectivamente.

Quando los animales recibieron rastrojo amoniado el incrementó en el contenido de grasa promedio para todas las fincas fue de 9%.

Estos aumentos en la grasa de la leche por efecto del rastrojo amoniado, se deben a un mayor consumo del material fibroso disponible bajo condiciones mejor asimilables y a los incrementos en la producción total de leche, así como también del consumo de energía. El aumento en grasa es importante en el rendimiento de los productos lácteos como quesos, cuajada y, por supuesto, en la crema o mantequilla. Al aumentar la grasa de la leche se eleva el nivel energético de la leche teniendo éstos efectos positivos indirectos en las ganancias de peso de los terneros en amamantamiento.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Perdock y col. (1982), quienes encontraron un aumento en el porcentaje de grasa de la leche.

4.3.3 Efecto del rastrojo amoniado en la proteína de la leche

El contenido de proteína no fue afectado; sin embargo, hubo un pequeño incremento, representando un aumento del 7% en promedio para todas las fincas, en favor de las vacas que recibieron rastrojo amoniado. Esta tendencia a producir más proteína se debe a los incrementos en la producción total de leche (Cuadro 5).

En resumen, el efecto del rastrojo amoniado (RA) mejora la composición nutricional de la leche, aumentando la proteína, y con esto, la calidad de la leche y sus derivados. La proteína de la leche es de alta calidad y bastante soluble por su digestibilidad, (a excepción de la leche de cabra, la cual es más digestible).

4.3.4 Efecto en la ganancia de peso corporal de las vacas

El peso corporal de las vacas presentó cambios. Para las que recibieron rastrojo amoniado hubo un aumento de 174 gramos por día, en promedio para todas las fincas; mientras, las que recibieron rastrojo sin amoniar obtuvieron pérdidas de 249 gramos diarios.

Los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó este estudio demuestran que los rastrojos amoniados de maíz y sorgo reducen considerablemente las pérdidas de peso durante la lactancia y en cierta medida promueven ligeras ganancias. Tales efectos se atribuyen al aumento del contenido de proteína cruda aportado por el NNP en el tratamiento de amoniatación y la disponibilidad de carbohidratos solubles (melaza) en la ración. Además del aumento en el consumo de materia orgánica digestible y energía. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Ganancia de peso de las vacas, por efecto del consumo de rastrojo amoniado y sin amoniar en las cuatro fincas del estudio.

TRATAMIENTO	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D	PROMEDIO
RASTROJO AMONIADO					
Ganancia de peso (g/día)	192**	147**	190**	167**	174**
RASTROJO SIN AMONIAR					
Ganancia de peso (g/día)	-312 ^{NS}	-224 ^{NS}	-225 ^{NS}	-233 ^{NS}	-249 ^{NS}

NS= No significativa, **= Significativa al P= 0,01.

Además, del aumento en la digestibilidad del material lo que conllevó a un mayor consumo (el cual fue de 54%, que representa el 3.43% del peso vivo; Cuadro 3) esto resultó en un aumento en la ganancia de peso.

Lo que concuerda con lo obtenido por Perdock y col. (1982), quienes reportaron que novillas Sahiwal aumentaron de peso casi cinco veces más rápido con paja de arroz amonificada que las alimentadas con paja no tratada (346 vrs 73 g de ganancia diaria, respectivamente). El peso corporal de vacas Gir en lactancia aumentó, de pérdidas de 266 gramos por día a ganancias netas de 193 gramos por día (Perdock y col., 1982).

Esto muestra que las vacas en lactancia comiendo RA cubrieron sus requerimientos de mantenimiento (metabolismo basal + actividad basal) y lograron también moderadas ganancias de peso pero muy significativas; mientras tanto, con RS las vacas se mantenían en un balance energético negativo; por tal razón perdían condición y peso corporal.

4.3.5 Ganancia de peso en los terneros

La ganancia de peso en los terneros con rastrojo amoniato fue mejor en todas las fincas que para el grupo que consumió rastrojo sin amoniatar.

En la finca B el comportamiento de los terneros fue mejor que el obtenido en la finca A, debido al vigor híbrido de los mismos, por su grado de cruzamiento entre Holstein y Brahman.

En la finca C se lograron valores menores comparados con la finca B, pero más altos que los obtenidos en la finca A, puesto que el rastrojo proporcionado en la finca C, era de maíz. Es posible que el efecto de la amoniatación sobre el rastrojo de maíz sea mejor que sobre el del sorgo, debido a una mayor digestibilidad y a menor cantidad de fibra que presenta el rastrojo de maíz (ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Ganancia de peso de los terneros por efecto del consumo de rastrojo amoniato y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.

TRATAMIENTO	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D
RASTROJO AMONIATADO				
Ganancia de peso (g/día)	250**	321**	286**	214**
RASTROJO SIN AMONIATAR				
Ganancia de peso (g/día)	184 ^{NS}	198 ^{NS}	188 ^{NS}	179 ^{NS}
Incremento por efecto del RA/RS (g)	66	123	98	35

RA= Rastrojo amoniato; RS= Rastrojo sin amoniatar. NS= No significativa, **= Significativa al P=0.01

El tratamiento de los rastrojos con urea para mejorar el valor nutricional produjo ganancias de peso alentadoras, especialmente en la época de sequía, donde por lo general, los animales pierden peso y condición corporal.

Según la literatura (Perdock y col., 1982) las ganancias de peso alcanzadas en novillas Sahiwal y en terneros de la raza Gir, fueron de 346 g/d y 257 g/d, respectivamente cuando se les proporcionó paja de arroz amoniato, con una solución del 4% de urea (50% M.S. y 50% agua) y ensilada por 28 días.

4.4 OBSERVACIONES ADICIONALES

4.4.1 Efecto del rastrojo amoniado en la reproducción animal

Durante la investigación se notó que las vacas que estaban en el estudio y que consumieron rastrojo amoniado entraron en celo más rápidamente y fueron cubiertas antes de los cinco meses postparto, que aquellas que no se tomaron en cuenta o consumieron el rastrojo sin amoniar por dos de los tres períodos experimentales.

4.4.2 Análisis económico preliminar

Las moderadas ganancias de peso logradas, tanto en los terneros como en las vacas, y los incrementos de producción de leche, cuyo beneficio fue del orden de 213% en promedio en todas las fincas (Cuadro 8); por efecto del consumo de rastrojo amoniado, a un bajo costo L 0.11 por kilo (Cuadro 9), es una técnica útil y recomendada, que está al alcance de todos los productores para la utilización eficiente de materiales fibrosos en la alimentación del ganado, a fin de obtener un aumento en la producción que se mide como ganancia corporal, más crías o más producción de leche.

El objeto del análisis económico preliminar (Cuadro 10), es revelar exactamente cómo los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida. Una manera más sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal, que es el beneficio neto marginal dividido por el costo marginal, expresada en un porcentaje.

En este caso, la tasa de retorno marginal de haber cambiado del rastrojo sin amoniar al amoniado en la finca A es:

$$\frac{\text{Lps. } 1814.40 - 806.00}{\text{Lps. } 985.59 - 406.00} = \frac{1008.40}{580.00} = 1.74 \times 100 = 174\%$$

Esto significa que por cada L. 1.00 invertido en aplicar el rastrojo amoniado, el productor puede esperar recobrar el L 1.00 y obtener L 1.74 adicionales.

En la finca B la tasa de retorno marginal fue de 348%, para la finca C fue de 174%, y para la finca D fue de un 70%.

Cuadro 8. Beneficio entre los rastrojos.

FINCA	TRATAMIENTO	PRODUCCION DE LECHE (lts/4 vacas/ día)	PRECIO (Lps/ Lts)	VENTA (Lps)	TOTAL BENEFICIO (%)
A	RA	18	1.60	28.03	228
	RS	8	1.60	12.28	
B	RA	35	1.60	55.87	233
	RS	15	1.60	23.94	
C	RA	17	1.60	27.52	257
	RS	7	1.60	10.69	
D	RA	13	1.60	20.10	134
	RS	9	1.60	15.04	

Cuadro 9. Costos entre los Rastrojos, Remuneración del trabajo en Lempiras de 1992.

MATERIAL	RASTROJO SIN AMONIATAR	RASTROJO AMONIATADO
Rastrojo (9090.90 Kgs)	300.00	300.00
Mano de obra (2 jornales)	36.00	36.00
Melaza (1 barril)	70.00	70.00
Plastico (1/2 rollo de 20'x400')		156.09
Urea (318.18 Kgs)		423.50
TOTAL	406.00	985.59

Cuadro 10. Análisis económico marginal entre el rastrojo amoniado y sin amoniatar.

	FINCA A		FINCA B		FINCA C		FINCA D	
	RA	RS	RA	RS	RA	RS	RA	RS
INGRESOS								
Incremento producción de leche (Lts/63 días)	1134	504	2205	945	1071	441	819	567
Total de ingresos (precio L 1.60)	1814.00	806.00	3528.00	1512.00	1713.60	705.60	1310.40	907.00
EGRESOS								
Rastrojo (9090.90 Kgs)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Mano de obra (2 jornales)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Melaza (1 barril)	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Plástico (1/2 rollo 20' x 400')	156.09		156.09		156.09		156.09	
Urea (318.18 Kgs)	423.50		423.50		423.50		423.50	
Total de egresos (Lps.)	985.59	406.00	985.59	406.00	985.59	406.00	985.59	406.00
BENEFICIOS NETOS (Lps.)	828.81	400.00	2542.41	1106.00	728.00	300.00	324.80	501.20
TASA DE RETORNO MARGINAL %	174		348		174		70	

V. CONCLUSIONES

1. La amoniatación mejoró el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia orgánica. Además, disminuyó los contenidos de fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y lignina.
2. El rastrojo amoniataado aumentó el consumo voluntario, mejoró la producción de leche y la composición nutricional de la misma, incrementando el contenido de grasa y de proteína.
3. Aumentaron las ganancias diarias de peso en las vacas durante los períodos de lactancia estudiados y en los terneros que estaban lactando.
4. El amoniatar rastrojos o residuos de cultivo es una técnica eficiente, altamente aplicable a pequeños y medianos productores, útil en la alimentación de ganado vacuno en la época seca, la cual produce aumentos moderados en la respuesta animal, manteniendo una relación costo beneficio bastante favorable.

VI. RECOMENDACIONES

1. La amoniatación de residuos de cultivo deberá promoverse a través de programas de desarrollo rural, a fin de aliviar la carencia alimenticia que sufren las operaciones ganaderas durante la época de verano.
2. Deberán probarse otros métodos de amoniatación y fuentes de nitrógeno o gas amonía en los procesos de conservación de forrajes, para ofrecer una diversidad de tecnologías al productor pecuario.
3. Se recomienda continuar realizando estudios para evaluar el efecto de alimentación con forrajes amoniatados, tanto en la producción como en la eficiencia reproductiva de los animales.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON G.D.; L.L. BERGER y E.L. FAHEY, Jr. 1981. Alkali treatment of cereal grain. Digestion ruminal measurement and feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 52: 144-149.
- BAUMGARDT, T. 1969. Utilization of cellulose by ruminants. *Advances in Chemistry Series*, 95: 242-244.
- BROWN, W.F., J.D. PHILLIPS y D.B. JONES. 1987. Ammoniation of cane molasses supplementation of low quality forages. *J. Anim. Sci.* 64: 1205-1214.
- CAMPOS, R.A. 1991. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo de residuos agrícolas amoniados con urea. Tesis, para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.
- CANTNER E.W. 1987. Utilization of agricultural waste product in animal nutrition. *Animal Research and Development*. 26: 56-70.
- CHURCH, D. y W. POND. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa, México. P. 75-87.
- COCHRAN, W.G. y COX G.M. 1965. Diseños Experimentales. Editorial Trillas. México, D.F. p. 171-172.
- CONRAD, J.H. y PASTRANA R. 1990. Amonificación, usando urea, para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. ICA Informa, Bogotá, Colombia. Volumen 24, 2: 5-11.
- ESCOBAR, A. y PARRA R. 1980. Procesamiento y tratamiento físico- químico de los residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. Inst. Prod. Anim. Universidad Estatal de Venezuela. Venezuela.
- FORERO, O. 1988. Utilización de las pajas de arroz en la alimentación de ganado bovino. Sistemas intensivos para la producción animal y energía renovable con recursos tropicales. Bogotá, Colombia. Pag. 97-118.
- JACKSON, M.G. 1978. Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal. Evaluación de su viabilidad técnica y económica. FAO. 10: 4-7.

- KLOPFENSTEIN, T. 1978. Chemical treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.* 46: 841-847.
- KUNKLE, W.E. 1987. Ammonia treatment of perennial forages. International Conference on Livestock and Poultry in the tropics. University of Florida, Gainesville, P. A-19-26.
- LATINOCONSULT, S.A. 1984. Convenio de Asistencia Técnica MRN - BCH, 1985 - 1986. UPCA/BCH, Honduras.
- LLAMAS, G.; SANTACRUZ I y GOMEZ R. 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 México.* 51:68-75.
- MANUAL DE MSTAT, 1991. Microcomputer statistical program. Original versión by O. Nissen. Manual edited by B. Bricker. Michigan State University, Michigan.
- MARTINEZ, A. 1983. Diseño de experimentos con animales. Monografías y manuales en estadísticas y cómputo, Chapingo, México. Vol. I Núm. 2, 34 p.
- ORSKOW, E. 1982. Nutritional evaluation of poor quality roughages. Maximum livestock production from minimum land. Proceedings of a seminar held in Bangladesh Agricultural University. Pag.70-87.
- PERDOK H.B., M. THAMOTHARAM, J.I. BLOM, H. VAN DEN BORN y C. VAN VELUW. 1982. Practical experiences with urea-ensiled straw in Sri Lanka. In: Maximum Livestock Production from Minimum Land (Ed. T.R. Preston) p. 123-134.
- PIGDEN W. y D.P. HEANEY. 1969. Lignocellulose in ruminant nutrition. *Advances in Chemistry Series* 95: 245-270.
- PRESTON, T.R. 1980. Limitaciones nutricionales. *Catie*, Turrialba, Costa Rica.
- PRESTON T.R., KOSSILA V.L., GOODWIN J. y REER S.B. 1985. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. FAO, Roma, Italia.
- RAUDALES, J. 1990. Efecto de la amoniatación con urea del rastrojo de maíz sobre su calidad alimenticia para corderos. Tesis, para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- RODRIGUEZ, F. 1986. Tratamientos de esquilmos agrícolas. Alimentos Balanceados de México. Atlán, México.

- KOHLICH, G. 1981. Food, fuel and fertilizer from organic wastes. National Academy Press. Washington D.C., E.E.U.U.
- RUIZ, M.E. 1980. Estrategias para la intensificación de la producción de carne. Informes Catie. Turrialba, Costa Rica.
- SAENGER P.F., LEMENAGER, R.P. y HENDRIX K.S. 1983. Effects of anhydrous ammonia treatment of wheat straw upon in vitro digestion performance and intake by beef cattle. J. Anim. Sci. 56: 15-20.
- SANCHEZ, E.J. 1976. Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva mediante el uso de diversos compuestos químicos. Tec. Pec. México. p 120-138.
- 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.
- TEJADA, R. 1979. Uso de paja de trigo amoniado como sustituto del ensilaje de maíz en raciones para ovinos en crecimiento. Tesis, para optar al título de Licenciado en Zootecnia. Universidad de San Carlos, Guatemala. 86 pag.
- TORRES R., M. HERNANDEZ y T.R. PRESTON. 1982. A note on the processing of sugarcane bagasse with alkali. Trop. Animals Prod. 7: 142-143.
- TROXEL, T.R. 1980. Hay ammoniation. Texas Agricultural Extension Service L-2154. Texas, U.S.A.
- VAN SOEST P.S. y MCCAMMON-FELDMAN B. 1980. Criterios para la evaluación nutritiva. En: estrategias para el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal. Informes Catie. Turrialba, Costa Rica.
- ZAPANA J.C. 1990. Amoniatación de residuos agrícolas con urea. Tesis, para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Consumo voluntario promedio de rastrojo amoniado y sin amoniatar en las cuatro fincas del estudio.

TRATAMIENTO	FINCA A	FINCA B	FINCA C	FINCA D	PROMEDIO
Rastrojo Amoniado					
Consumo (kg/día)	11.40	14.10	12.40	11.70	12.40
Rastrojo sin amoniatar					
Consumo (kg/día)	5.70	9.10	8.90	8.40	8.03

Anexo 2. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de consumo voluntario de rastrojo amoniado y sin amoniatar como tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	1.082	0.541	0.230	0.0000
Error	6	21.207	2.356		
Total	7	22.289			

Anexo 3. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniado y sin amoniatar, durante tres períodos en la finca A (litros).

PERIODO	SECUENCIA	VACA 1	VACA 2	VACA 3	VACA 4
1	A	32.00	26.25	33.00	27.75
2	B	21.38	18.75	22.50	15.75
3	A	31.50	26.25	32.25	26.25
PERIODO	SECUENCIA	VACA 5	VACA 6	VACA 7	VACA 8
1	B	9.93	9.00	12.00	10.50
2	A	32.90	31.13	34.28	34.05
3	B	9.40	9.80	12.00	10.50

Anexo 4. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA- I, de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos rastrojo amoniatar y sin amoniatar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	8455.201	8455.201	1274.841	0.0000
Error	6	39.794	6.632		
Total	7	8494.995			

Anexo 5. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniatar y sin amoniatar), durante tres periodos en la finca B (litros).

PERIODO	SECUENCIA	VACA 1	VACA 2	VACA 3	VACA 4
1	A	62.50	56.70	63.50	58.25
2	B	34.14	31.50	35.25	28.50
3	A	62.00	56.75	62.75	56.75
PERIODO	SECUENCIA	VACA 5	VACA 6	VACA 7	VACA 8
1	B	22.70	21.75	24.75	23.25
2	A	63.40	61.65	64.80	64.55
3	B	22.15	22.55	24.75	23.25

Anexo 6. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1, de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos rastrojo amoniatar y sin amoniatar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	9566.310	9566.310	1386.931	0.0000
Error	6	47.875	7.541		
Total	7	9614.185			

Anexo 7. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas de rastrojo amoniado y sin amoniatar durante tres periodos en la finca C (litros).

PERIODO	SECUENCIA	VACA 1	VACA 2	VACA 3	VACA 4
1	A	31,50	25,74	32,50	27,24
2	B	19,40	16,80	20,50	13,80
3	A	31,00	25,70	31,70	25,75
PERIODO	SECUENCIA	VACA 5	VACA 6	VACA 7	VACA 8
1	B	8,00	7,10	10,00	8,50
2	A	32,40	30,65	33,80	33,50
3	B	7,50	7,80	10,10	8,60

Anexo 8. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-I de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos de rastrojo amoniado y sin amoniatar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	7634,512	7634,512	1052,639	0,0000
Error	6	26,847	4,389		
Total	7	7661,359			

Anexo 9. Producción semanal de leche de ocho vacas sometidas a dos dietas distintas (rastrojo amoniado y sin amoniatar) durante tres periodos en la finca D (litros).

PERIODO	SECUENCIA	VACA 1	VACA 2	VACA 3	VACA 4
1	A	23,40	17,60	24,38	19,12
2	B	16,40	16,00	16,90	14,80
3	A	22,80	17,65	23,65	17,70
PERIODO	SECUENCIA	VACA 5	VACA 6	VACA 7	VACA 8
1	B	16,50	16,00	16,80	16,20
2	A	24,30	22,50	25,65	25,40
3	B	16,80	15,90	16,20	16,00

Anexo 10. Análisis de varianza con MSTAT, en el subprograma ANOVA-1 de los datos de producción de leche bajo el efecto de los tratamientos rastrojo amoniatar y sin amoniatar.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Trat	1	5421.420	5421.420	1031.247	0.0000
Error	6	28.653	4.212		
Total	7	5450.073			