

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA SOBRE LA
UTILIZACION DEL RASTROJO DE MAIZ AMONIATADO CON UREA

P O R

Carlos Quevedo Severiche

TESIS

BIBLIOTECA WILSON FOLINI
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 03
TEGUCIGALPA HONDURAS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS: 4531
FECHA: 3/7/92
ENCARGADO: Domingo Robles

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

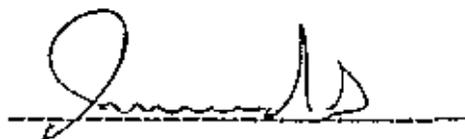
Abril, 1992

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION ENERGETICA SOBRE LA
UTILIZACION DEL RASTROJO DE MAIZ AMONIATADO CON
UREA

Por:

CARLOS QUEVEDO SEVERICHE

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 de autor.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Quevedo', is written over a horizontal dashed line.

Carlos Quevedo Severiche

Abril 24 de 1992

DEDICATORIA

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

A mis queridos padres Pedro y Braulia, por el amor, confianza y esfuerzo que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

A mi esposa Rosario y a mis hijos C. Alejandro, S. Nataly y S. Patricia, fuentes de amor y esperanza que me dieron la fortaleza para alcanzar esta meta.

A mi tía Juana De La Cruz Severiche, por su admirable labor de apoyo y orientación durante mi formación, así como el de toda la familia.

A mis hermanos, María Amanda, Mercedes, Ademar, Marta, Mirian, Jose Antonio y Ana María, por su cariño y solidaridad.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero y eterno agradecimiento:

Al Dr. Antonio Flores, Consejero principal, por su excelente asesoría, y por el apoyo moral y la amistad que me brindó junto con su familia durante mi estadía en la EAP.

Al Dr. Isidro Matamoros y la MC. Beatriz Murillo por su valiosa orientación y colaboración en la realización de este trabajo.

Al Padre Marcos Recolons A., Director Nacional del Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), por su confianza y apoyo incondicional en la continuación de mis estudios.

Al Dr. Wolfgang Zimmermann, y por su intermedio a la Fundación Alemana para el Desarrollo (DSE), por el apoyo financiero para mis estudios de cuarto año en la Escuela Agrícola Panamericana.

A mis colegas Luis Cañas ('90), Rolando Mosquera ('90), Tomás Checo ('90), Dante Fuentes ('88), Ronal Cruz ('88), Claudio Martínez ('84), René Velarde ('84) y Marcelo Endara ('82), por su amistad y compañerismo, y por su apoyo solidario en los momentos críticos durante nuestro paso por El Zamorano.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	3
3. REVISION DE LITERATURA	4
3.1. Los rastrojos de cereales como una alternativa en la alimentación de rumiantes.	4
3.2. Tratamientos para mejorar el valor nutricional de rastrojos.	5
3.3. Amoniatación de rastrojos con urea.	8
3.4. Suplementación protéica y energética.	9
4. MATERIALES Y METODOS	12
4.1. Localización.	12
4.2. Animales.	12
4.3. Alimentos.	13
4.4. Diseño Estadístico.	13
4.5. Tratamientos.	14
4.6. Manejo y variables determinadas.	16
4.7. Muestras y Análisis de Laboratorio.	17
4.8. Sistema de Evaluación.	18
5. RESULTADOS Y DISCUSION	20
5.1. Efecto del tratamiento con urea sobre la composición química del rastrojo de maíz.	20
5.2. Consumo de alimento.	22
5.3. Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD).	28
5.4. Ganancias de peso vivo y en canal.	30
5.5. Características de la canal.	34
6. CONCLUSIONES	36
7. RECOMENDACIONES	37
8. RESUMEN	38
9. LITERATURA CITADA.	40
10. ANEXOS	45
11. BIOGRAFIA DEL AUTOR	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Composición porcentual y química de los suplementos, para corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado.	15
Cuadro 2.	Efecto de la amoniatación con urea sobre la composición química del rastrojo de maíz.	21
Cuadro 3.	Consumo de dieta total y proporción de rastrojo en la dieta, en corderos alimentados con rastrojo amoniado, suplementado.	23
Cuadro 4.	Consumo total de Materia Seca (MS) y Proteína Cruda (PC) de la dieta y del rastrojo, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.	26
Cuadro 5.	Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD) total y del rastrojo, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.	29
Cuadro 6.	Ganancia diaria de peso vivo y en canal, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.	31
Cuadro 7.	Rendimiento de canal caliente, área de lomo y peso del contenido ruminal en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.	35

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Ración ofrecida a los corderos durante el período de adaptación.	46
ANEXO 2.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para consumo de dieta total y proporción de rastrojo en la dieta.	48
ANEXO 3.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para consumo de materia de (MS) y proteína cruda (PC) de la dieta total y del rastrojo.	47
ANEXO 4.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para el consumo de materia orgánica digerible (MOD) de la dieta total y del rastrojo por kg de peso metabólico ($PV^{0.75}$).	47
ANEXO 5.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para las ganancias diarias de peso vivo (PV), y de canal y para rendimientos en canal.	48
ANEXO 6.	Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para área del lomo, deposición total de grasa perirrenal y pélvica, y proporción del contenido ruminal en base a PV.	48

1. INTRODUCCION

Uno de los principales limitantes de la producción de rumiantes en el trópico americano es la falta de recursos forrajeros durante la época seca; sin embargo, durante el mismo período de tiempo los residuos de cultivos tradicionales, tales como maíz, sorgo, soya, frijol, etc., son abundantes (Pastrana y Conrad, 1989). Una adecuada utilización de los residuos, podría ayudar a solventar dicho problema (Raudales, 1990). Por otro lado la reducción en el uso de granos y suplementos en la alimentación animal, por su competencia con la demanda humana, está forzando a un mayor uso de los residuos de cosecha, desperdicios y subproductos industriales para la alimentación animal (Warwick y Legates, 1983).

Los rastrojos en general presentan características de bajo valor nutricional, como son sus altos contenidos de fibra y grados de lignificación, sus lentas tasas de fermentación y pasaje, y su bajo contenido de proteína cruda; todo lo cual, influye negativamente en su digestibilidad y consumo voluntario (Escobar y Parra, 1980).

Se ha demostrado que a través de tratamientos químicos, como la amoniatación se puede mejorar considerablemente el valor nutritivo de pajas (Ramalho, 1989) y henos (Brown, 1991). Estudios realizados recientemente en la Escuela Agrícola Panamericana han demostrado que a través de la amoniatación con urea se puede aumentar la digestibilidad y el

contenido de proteína del rastrojo de maíz (Zapana, 1990; Raudales, 1990; Campos, 1991). Sin embargo, desde el punto de vista biológico esta mejora en la calidad del rastrojo no ha logrado sino promover consumos capaces de llenar los requerimientos de mantenimiento y una muy pequeña proporción de los de ganancia (20-40%) en ovinos en crecimiento (Campos, 1991). Por lo que, el estudio de diferentes niveles y tipos de suplementación energética de estos materiales tratados, contribuirá a obtener niveles de producción animal más atractivos.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del nivel y tipo de suplementación energética sobre el aprovechamiento de rastrojo de maíz amoniado con urea, para ganancia de peso en ovinos en crecimiento.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. Los rastrojos de cereales como una alternativa en la alimentación de rumiantes.

Los recursos alimenticios utilizados como base de las dietas para rumiantes son los pastos, pero además, en los países tropicales en vías de desarrollo, existen residuos fibrosos provenientes de la producción de arroz, maíz, trigo, y sorgo; subproductos ricos en carbohidratos fermentables provenientes de la agroindustria, como la melaza; y los salvados del procesamiento de cereales, como el pulimento de arroz.

A medida que ha aumentado la población y se han extendido las áreas dedicadas a la producción de cultivos alimenticios, se ha incrementado también la producción y el uso de los residuos y subproductos de cosecha en la alimentación animal. En los sistemas donde la ganadería está integrada con la producción agrícola, los residuos de cosecha se constituyen en un recurso muy valioso para la alimentación animal, principalmente durante las épocas de sequía (Preston, 1989).

Por lo menos una tonelada (TM) de residuo fibroso queda disponible por cada TM de cereal cosechado, por lo que son miles las TM de rastrojos producidas cada año en las regiones tropicales (Pastrana y Conrad, 1989). Actualmente, la mayor parte de los rastrojos es quemado o incorporado al suelo

después de la cosecha, y el poco material restante es aprovechado por el ganado en una forma directa y muy deficiente (Llamas y col., 1985.; Pastrana y Conrad, 1989).

La calidad nutritiva de las plantas decrece rápidamente cuando éstas maduran (Minson, 1990). Conforme aumenta la edad, el contenido de proteína (PC), la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y el consumo, disminuyen (Brown y Mielevy, 1989). La paja de arroz, el rastrojo de maíz y los pastos tropicales maduros tienen características que limitan su valor alimenticio para rumiantes (Pastrana y Conrad, 1989). Estos residuos se caracterizan por un desbalance nutricional provocado por su alto contenido de fibra, su escaso valor protéico (Llamas y col., 1986) y sus bajos contenidos de N fermentable y PC sobrepasante (Preston, 1989). Además de que su contenido en minerales esenciales como P, Ca y Na es bajo. En consecuencia, cuando éstos materiales son ofrecidos como alimento para rumiantes promueven bajos niveles de respuesta animal (Martínez y col., 1985; Sansoucy, 1985; Pastrana y Conrad, 1989).

3.2. Tratamientos para mejorar el valor nutricional de rastrojos.

Para mejorar el valor nutritivo de los rastrojos se han desarrollado numerosos tratamientos físicos, químicos y biológicos. Fundamentalmente estos procesos aumentan la

solubilidad de la fibra, de la lignina y de otros componentes estructurales, por rompimiento de las uniones que dan fuerza estructural a las pajas maduras (Pastrana y Conrad, 1989). En consecuencia, los tratamientos mejoran la DMO y el consumo voluntario (Llamas y col., 1982); mejorando el consumo de energía digerible y la respuesta animal (Jackson, 1977 y Klopfenstein, 1978; citados por Martínez y col., 1985).

El tratamiento físico más eficaz y utilizado es la molienda. Esta reduce el tamaño de la partícula y rompe la estructura de la pared celular, incrementando el área superficial expuesta. Smith y col. (1980), encontraron que el consumo voluntario y la DMO aumentaron cuando se ofreció paja molida y tratada con 5% de NaOH. Los tratamientos con vapor y rayos gamma tienen efectos similares; sin embargo, son complejos y caros (Pearce, 1985).

Químicamente se puede mejorar el valor nutritivo de los residuos fibrosos mediante NaOH, amonio anhidrido, o amonio generado a partir de urea (Torres y col., 1982).

El tratamiento con NaOH es eficaz pero poco económico, y su aplicación es dificultosa y peligrosa. Por ello requiere de un manejo cuidadoso, lo cual limita su aplicación práctica (Preston, 1989). Además, deja residuos concentrados de sal que reducen el consumo por parte de los animales (Pearce, 1985; Pastrana y Conrad, 1989).

El tratamiento con amonio anhidro no ocasiona efectos de contaminación, aporta N y tiene una eficacia similar al NaOH

(Klee y Murillo, 1989). Sin embargo, como gas, es volátil y debe almacenarse bajo presión, lo cual requiere de equipo especial y costoso (Pastrana y Conrad, 1989).

Llamas y col. (1982 y 1986) han demostrado la eficacia del tratamiento con amonio anhídrico sobre los residuos de cosecha. Sus trabajos coinciden con los de otros autores (Ilic y Zujovic, 1988; Klee y Murillo, 1989; Orekov y col. 1991) en que el gas promueve un incremento en el contenido de PC y en la DMO, tanto por la solubilización de la hemicelulosa como por la degradación de la fracción insoluble. Estos dos últimos efectos aumentan la velocidad de desaparición del alimento del rumen y por ende el consumo voluntario (Galaviz, 1984; Klee y Gonzales, 1989).

La relación energía/nitrógeno en las pajas tratadas con amonio anhídrico permite una mejor utilización de los nutrientes (Ilic y Zujovic, 1988). Sustanciales mejoras se pueden lograr cuando se ofrece paja de trigo (Klee y Murillo, 1989) o heno tratado con amonio anhídrico comparado con la paja de trigo o heno no tratados. Sin embargo, la mayoría de trabajos coinciden en que para lograr un aprovechamiento más eficiente de éstos materiales tratados con amonio anhídrico se deben suplementar con PC y/o energía (Brown y Mislevy, 1989; Bonilla y col., 1991).

3.3. Amoniatación de rastrojos con urea.

Al igual que en la amoniatación con gas, en la amoniatación con urea se incrementan la DMO, el consumo y la PC (Trung y col., 1987). Las pajas amoniatadas con urea suministran también grandes cantidades de celulosa y nitrógeno no protéico (NNP). La celulosa es convertida en ácidos grasos volátiles (energía disponible) y el NNP en proteína verdadera debido a la acción de las bacterias del rumen, repercutiendo ambos positivamente en el crecimiento y producción de los animales (Pastrana y Conrad, 1989; Antongiovanni y col., 1991).

El tratamiento de los residuos de cosecha con urea es una tecnología simple, efectiva y de fácil aplicación (Sansoucy, 1985). Para los productores es más conveniente generar amoniaco a partir de la urea según el proceso de ensilaje húmedo, que manejar el amoniaco gas. El amoniaco se genera rápidamente a partir de la urea por acción de ureasas presentes en las pajas (Torres y col., 1982), siempre y cuando existan suficiente humedad y temperaturas altas, lo que hace este proceso más apropiado para los países tropicales (Preston, 1989).

Zapana (1990) concluyó que la amoniatación debe hacerse en materiales con 30 a 40 % de humedad, por 28 días de almacenamiento hermético y a temperatura ambiental, en los trópicos. Al finalizar el proceso el material debe ser aireado

durante 3 a 10 días antes de ofrecerse a los animales (Pastrana y Conrad, 1989; Zapana, 1990).

3.4. Suplementación proteica y energética.

A pesar de que la amoniatación de las pajas mejora su valor nutricional, éstas sólo logran cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales, quedando un escaso margen de energía para producción (Campos, 1991), por esta razón la productividad animal puede mejorarse con una adecuada suplementación (Preston, 1989; Klee y Murillo, 1989; Andersen y col., 1989; Raudales, 1990).

Las dietas que contienen proteína verdadera o pasante, almidón, lípidos y minerales favorecen la utilización de las pajas amoniataadas (Preston, 1989) y las ganancias diarias (Lating, 1988). Sin embargo, aún no se han determinado las proporciones de uno u otro tipo de suplemento a suministrarse en una variedad de casos (Wanapat y col., 1989).

Se ha encontrado que al aumentar la cantidad de suplemento ofrecido, se disminuye el consumo de material amoniataado (Brown y Mislevy, 1989; Orskov y col., 1991), pero se incrementa linealmente las ganancias diarias de peso vivo (Klee y Gonzales, 1989). Este fenómeno se conoce como efecto sustitutivo. Así por ejemplo, Lating (1988) encontró que el consumo de la paja de arroz tratada decreció a medida que se incrementó la suplementación con harina de pescado en la

dieta, pero por otro lado la suplementación incrementó la DMO y la ganancia de peso en vacas.

Resultados de ensayos realizados en Bangladesh, muestran que con sólo 50 g/d de harina de pescado, se logra triplicar la ganancia de peso del ganado bovino alimentado a base de paja de arroz amoniataada (Preston, 1989).

En Filipinas, con cabras nativas, se evaluó el efecto de diversos tipos y niveles de suplementación en dietas a base de pajas amoniataadas. Los resultados mostraron que la suplementación incrementó el consumo de nutrientes digeribles (Wanapat y Col., 1989) y mejoró la conversión alimenticia y la ganancia de peso, con respecto a dietas no suplementadas (Trung y col., 1987; Orskov y col., 1991). Igualmente la suplementación protéica y energética, de raciones de novillos con elevados porcentajes de paja de trigo tratada, fue necesaria cuando se alcanzaban ganancias de peso vivo mayores a 0.4 kg/d. El consumo diario respondió favorablemente a la suplementación con harina de pescado y maíz (Klee y Gonzales, 1989). En ovejos Pelibuey, se encontró que la suplementación con diferentes niveles de energía y proteína, en todos los casos promovió un mayor consumo de rastrojo de maíz enmelazado, comparado con el control, y se indicó que 40 g de proteína y 885 Mcal de energía metabolizable por día promovieron los mayores consumos y ganancias de peso (Bonilla y col., 1991).

Los resultados obtenidos hasta el momento, indican que la tasa de fermentación de la celulosa del material amoniado, en el rumen, es baja y el patrón de fermentación está caracterizado por una baja concentración de ácido propiónico. Esto, podría estar creando una desproporción en la relación de energía:proteína, la cual podría ser responsable por la baja utilización de la proteína liberada en el rumen y la reducida respuesta animal (Hvelplund, 1989). Por tanto, más que los niveles de proteína, es el factor energético el limitante para lograr un óptimo aprovechamiento del rastrojo de maíz amoniado.

La melaza de caña y el pulimento de arroz son fuentes de excelente valor energético, abundante disponibilidad, fácil manejo y de relativo bajo costo (Llamas y Col., 1985). La melaza fermenta rápidamente en el rumen permitiendo altas tasas de utilización de NNP para una buena actividad bacteriana; sin embargo, suplementaciones con altos niveles de melaza promueven la producción de ácidos cetónicos (butirato y acetato) y de bajas proporciones de propionato (Preston, 1989). Por el contrario, el pulimento de arroz es un material con alto contenido de almidón, de fermentación más lenta y de características propiogénicas. Es de esperar que una adecuada combinación de estas dos fuentes de energía tenga un efecto mayor sobre la ganancia de peso en rumiantes cuando se ofrecen en dietas a base de rastrojo de maíz amoniado.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización.

El estudio se realizó en la Sección de Ovinos de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Honduras. La EAP se encuentra localizada a 37 km Sur-Este de Tegucigalpa y a 800 msnm; tiene una precipitación promedio anual de 1105 mm y una temperatura promedio de 24 °C.

El estudio se inició el 16 de julio de 1991 y concluyó el 16 de octubre del mismo año.

4.2. Animales.

Se seleccionaron 45 corderos machos, enteros, cruzados de las razas Kathadín y Blackbelly, de una edad promedio de tres meses y medio y con un promedio de 21 kg de peso vivo (PV). Los corderos fueron desparasitados con "Panacur" a razón de 10 ml/100 kg PV al inicio del experimento y a los 21 días de iniciado éste. Los animales fueron estabulados bajo techo en jaulas individuales de madera, las que estaban provistas de comedero, bebedero y salero para la alimentación de cada animal.

4.3. Alimentos.

La base de la dieta fue rastrojo de maíz amoniado que provino de la cosecha 90-91. El rastrojo fue cosechado, picado a un tamaño de partícula de 0.5 a 2 cm y secado al sol hasta alcanzar una humedad residual de 11%.

La amoniatación del rastrojo fue efectuada de acuerdo a las recomendaciones de Zapana (1990). Para esto, se humedeció el rastrojo con agua hasta alcanzar el equivalente a 30 % de humedad. En el agua, se disolvió urea a razón de 4 kg por cada 100 kg de materia seca (MS) de rastrojo, aplicándose la solución en forma uniforme sobre capas de rastrojo. El volumen total del rastrojo tratado fue cubierto y sellado herméticamente con plástico negro a temperatura ambiente por 28 días, al cabo de los cuales el material fue destapado y aireado durante siete días.

Las fuentes de energía suplementaria ofrecidas fueron melaza de caña y pulimento de arroz.

4.4. Diseño Estadístico.

Se utilizó un diseño Completamente al Azar en arreglo factorial 2x2, en el cual se probó dos niveles de suplementación energética (33 y 50 % de los requerimientos diarios de energía digerible, ED) y dos tipos de suplementación (melaza y melaza mas pulimento de arroz).

4.5. Tratamientos.

Todos los animales recibieron rastrojo de maíz amoniado como dieta basal, agua y sal mineralizada a libre consumo. La energía suplementaria fue ofrecida en cantidades restringidas, que en términos de materia orgánica digerible (MOD), y de acuerdo a los tratamientos, fueron:

Tratamiento 1 y 2, (T ₁ y T ₂)	19 g de MOD (83.6 Kcal ED) por kg de peso metabólico (PV ^{0.75})
Tratamiento 3 y 4, (T ₃ y T ₄)	26.5 g de MOD (116.6 Kcal ED) por kg de PV ^{0.75} .

Las cantidades de melaza y de melaza más pulimento de arroz fueron calculadas para aportar el 33 (T₁ y T₂) y el 50 (T₃ y T₄) % de los requerimientos diarios de ED para corderos en crecimiento con una ganancia diaria esperada de 150 g (NRC, 1985). En los tratamientos 2 y 4 el pulimento de arroz aportó el 25 % de la energía suplementaria diaria.

Además, todos los tratamientos fueron suplementados con harina de algodón y urea, de tal forma que todos los animales recibieron a través de la suplementación el 50 % de sus requerimientos diarios de PC (NRC, 1985). El contenido de PC de los suplementos se ajustó de tal forma que el nivel de suplementación fuera el mismo para todos los animales en base a su PV. La composición porcentual y química de los suplementos aparece en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición porcentual y química de los suplementos, para corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado.

Ingredientes, %	Tratamientos			
	1	2	3	4
Harina de algodón	88.9	89.2	61.4	53.0
Melaza	10.0	10.0	10.0	10.0
Polimento de arroz			27.6	36.0
Urea	1.1	0.8	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Composición nutricional, %				
Materia Orgánica	92.8	92.3	90.4	89.8
Proteína Cruda	44.1	42.8	34.1	29.4
Fibra Cruda	10.9	12.5	18.3	21.4
DIVMO ¹	75.2	73.1	64.3	62.8

(1) DIVMO=Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

4.6. Manejo y variables determinadas.

Doce días antes de iniciar el experimento, los 45 corderos recibieron una dieta compuesta por 60 % de heno molido de pasto Transvala (*Digitaria decumbens*) y 40 % de una mezcla de concentrado, para ovejas en crecimiento (Anexo 1).

El treceavo día se pesaron los animales después de un ayuno de 16 h, y se sacrificaron cinco representativos del rango de peso (18-24 kg) del grupo completo (grupo inicial).

Los 40 animales restantes fueron distribuidos en cuatro grupos, de peso promedio similar (21 kg), los cuales fueron asignados al azar a los cuatro tratamientos experimentales. En el transcurso del experimento dos unidades fueron separados por razones ajenas a los tratamientos.

Los corderos, fueron pesados cinco veces durante los 89 días que duró el experimento. Cada uno de los controles de peso se realizó bajo las mismas condiciones de ayuno descritas anteriormente.

La cantidad ofrecida de rastrojo de maíz amoniatoado fue ajustada cada siete días en base al consumo promedio por día de la semana anterior, con un 15% adicional.

El suplemento fue ofrecido una vez al día, por las mañanas en comedero separado, y consumido completamente durante el transcurso de la mañana. Las cantidades ofrecidas de suplemento se ajustaron en base al aporte de MOD/kg PV^{0.75}, al inicio de cada uno de los cinco periodos de peso,

estimándose el peso promedio esperado de los animales para el siguiente período.

Al final de los 89 días, los 38 animales fueron sacrificados y, tal como se hiciera con los cinco animales del grupo inicial, se determinó en ellos el peso y rendimiento de canal.

En las canales de 20 animales (cinco por tratamiento), se evaluó el área de lomo a nivel de la doceava costilla y la proporción de grasa perirrenal y pélvica en base al peso vivo y al peso de la canal. Se separó del tracto digestivo el rumen lleno, mediante cortes a nivel de las uniones esófago-ruminal y retículo-omasal. El rumen fue pesado lleno y vacío y el contenido expresado en proporción (g/kg) al PV del animal.

4.7. Muestras y Análisis de Laboratorio.

Para evaluar el efecto de la amoniatación sobre la calidad del rastrojo se tomaron muestras de éste tanto antes como después de la amoniatación.

Al inicio de cada período de peso se tomaron muestras representativas del rastrojo amoniataado, de la melaza y de cada concentrado suplementario ofrecido a los cuatro grupos de animales. Al final de cada período se muestrearon los rechazos de rastrojo de cada animal, por separado. Luego, se tomó una alícuota de cada muestra, se homogenizó y molió, resultando en

una muestra de rastrojo rechazado por animal, para todo el experimento.

Las muestras provenientes tanto del rastrojo ofrecido como de los rechazos de cada animal, fueron presecadas en un horno a 60 °C durante 24 h, y luego molidas a un tamaño de partícula de 1 mm.

En las muestras de rastrojo ofrecido y rechazado se analizó los contenidos de MS, materia orgánica (MO), PC, componentes de la pared celular (FND), Lignina, N ligado a la fibra ácido detergente (N-PAD), y la digestibilidad in vitro de la MO (DIVMO).

Las determinaciones de MS, MO y PC se realizaron por los métodos convencionales descritos por la AOAC (Murillo, 1989); mientras que el fraccionamiento de la pared celular fue hecho por el método de Goering y Van Soest (1970). La DIVMO se determinó por el método modificado de Tilley y Terry (Moore y Mott, 1974).

Las muestras de concentrado suplementario fueron sometidas a un análisis proximal completo (Murillo, 1989) y a la determinación de la DIVMO (Menke y col., 1979).

4.8. Sistema de Evaluación.

Debido al diferente número de observaciones por tratamiento, los datos fueron analizados mediante el procedimiento de Modelos Lineales (GLM) del programa

Statistical Analysis System (SAS, 1986). Mediante este procedimiento se evaluó el efecto del nivel de suplementación y el tipo de suplemento sobre el consumo total y proporcional de rastrojo, la ganancia total y diaria de PV y de peso en canal, el rendimiento en canal, el área de lomo, la proporción de grasa perirrenal y pélvica y el peso proporcional del contenido ruminal; usándose un límite crítico de $P \leq 0.05$.

BIBLIOTECA WILSON FERRAZ
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 52
TEGUCIGALPA HONDURAS

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Efecto del tratamiento con urea sobre la composición química del rastrojo de maíz.

El contenido de MS, MO, PC, FND, FAD, Hemicelulosa (Hcel) y DIVMO del rastrojo de maíz sin tratar así como el amoniado con urea se presentan en el Cuadro 2.

El contenido de MS y MO en el rastrojo tratado con urea no cambió, debido a que este tratamiento es de características gaseosas y no incrementa el contenido de cenizas del material (Lating, 1988; Velasco y col. 1985, citado por Campos, 1991).

Por el contrario, la amoniatación sí incrementó el contenido de PC del rastrojo, siendo este incremento del orden de 78 % comparado con el material original. Este incremento es similar (71%) al encontrado por Raudales (1990), pero más bajo que los informados por Llamas y col. (1986), Zapana (1990) y Campos (1991), quienes lograron incrementos de 239, 168 y 280 %, respectivamente. La mejora en el contenido de PC es atribuible al NNP fijado por el material como efecto de la amoniatación (Llamas y col. 1986.; Zapana, 1990).

La amoniatación redujo el contenido de FND y de Hcel, posiblemente debido al rompimiento de las uniones Lignina-Hcel que facilitaron la solubilización de la Hcel (Van Soest, 1982; Zapana, 1990).

Cuadro 2. Efecto de la amoniatación con urea sobre la composición química del rastrojo de maíz.

	MS	MO	PC	FND	FAD	Hcel	DIVMO ¹
	(%)	(% En Base Seca)					(%)
Rastrojo:							
Sin tratar	90.0	92.6	5.9	83.4	53.3	30.1	57.2
Tratado	91.0	93.5	10.5	76.9	54.2	22.7	67.6
Incremento ²	1.0	1.0	78.0	-7.8	1.7	-24.6	18.2

(1) MS=Materia Seca; MO=Materia Orgánica; PC=Proteína Cruda; FND=Fibra Neutro Detergente; FAD=Fibra Acido Detergente; Hcel=Hemicelulosa; DIVMO=Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica.

(2) Incremento=(Rastrojo tratado-Rastrojo sin tratar)*100/Rastrojo sin tratar.

Esta transformación en la estructura de los carbohidratos de la pared celular, hizo más accesibles y aprovechables tanto la hemicelulosa como la celulosa para los microorganismos ruminales, incrementando la digestibilidad total de la MO (Saeneger, 1983; Llamas y col., 1985; Sansoucy, 1985). Así, se observó que la DIVMO aumentó en un 18 % con respecto al material sin tratar. Este incremento fue igual al encontrado por Zapana (1990), superior al de Campos (1991) que fue de 11 %, e inferior a los informados por Raudales (1990) y Llamas y col. (1988) quienes encontraron valores de 36 y 24 %, respectivamente.

5.2. Consumo de alimento.

Los resultados del consumo de dieta total, así como de las proporciones del rastrojo en la misma, pueden observarse en el Cuadro 3.

El consumo de la dieta total fue superior ($P=0.001$) en el nivel alto de suplementación (1348 g/d), comparado con el consumo de la dieta suplementada al nivel más bajo (1213 g/d). Así mismo, la respuesta en consumo de la dieta total fue superior ($P=0.001$) cuando los animales se suplementaron sólo con melaza (1352 g/d) que cuando se suplementaron con melaza más pulimento de arroz (1209 g/d).

Cuadro 3. Consumo de dieta total y proporción de rastrojo en la dieta, en corderos alimentados con rastrojo amoniado, suplementado.

Nivel de suplementación ¹	33		50		S _{xy} ³	Efecto ⁴
	M	MP	M	MP		
Consumo de dieta total, kg/a/d	1.285	1.141	1.419	1.277	0.04	a,b
Proporción de rastrojo en la dieta, %	63.7	64.4	48.3	51.7	0.79	a,b

(1) 33 y 50 % de los requerimientos diarios de energía para crecimiento.

(2) M=solo melaza; MP=melaza y pulimento de arroz.

(3) Error estándar de los promedios.

(4) a=efecto de nivel de suplementación; b=efecto de tipo de suplementación; c=interacción a**x**b.

La proporción del rastrojo consumido en la dieta total también mostró diferencias debidas tanto al nivel ($P=0.001$), como al tipo ($P=0.020$) de suplementación; pero al contrario de la respuesta a la dieta total, el rastrojo consumido representó una proporción superior en las dietas suplementadas al nivel más bajo (64%), comparado con la proporción del mismo en las dietas suplementadas con el nivel alto (50%). La proporción del rastrojo consumido en la dieta fue superior cuando la dieta estaba suplementada con melaza más pulimento de arroz (58%), que cuando era suplementada con sólo melaza (56%).

Los resultados del consumo de la dieta total y de la proporción de rastrojo dan evidencias de un efecto mixto (aditivo y sustitutivo) del suplemento sobre la respuesta animal. Es decir, que a medida que se aumentó el nivel de suplementación los animales incrementaron su consumo de dieta total, pero con menores proporciones de rastrojo dentro de la misma (Moore, 1981; Brown y Mialeky, 1989; Bonilla y col., 1991; Orskov y col., 1991). Klee y Gonzales (1989) encontraron un efecto parecido al suplementar pajas de trigo tratadas con NHa.

El hecho de que la melaza haya promovido mayores consumos de dieta total puede deberse a que fermentó más rápido a nivel ruminal y mejoró así la utilización de la fibra y el N de la dieta promoviendo una desaparición más rápida del limitante físico al consumo voluntario. Annison y Lewis (1967; citados

por Bores y col., 1986) encontraron que la combinación de urea y melaza producía un equilibrio adecuado entre la disponibilidad de N y energía fermentable en el rumen, favoreciendo el crecimiento de las bacterias celulolíticas responsables de la degradación de los carbohidratos estructurales.

Cuando el consumo de la dieta se corrigió por el PV promedio de los animales (Cuadro 4), se encontró que el consumo respondió tanto al nivel como al tipo de suplementación empleado.

El consumo de MS (g/kg PV) fue superior ($P=0.037$) cuando la suplementación cubrió el 50 % de los requerimientos energéticos (41.2), que cuando se usó el nivel de 33 % de suplementación (39.5). A su vez, fue mayor ($P=0.039$) cuando se suplementó sólo con melaza (41.2) que cuando se hizo a base de melaza y pulimento de arroz (39.5).

En todos los casos el consumo promedio de MS estuvo alrededor de los 40 g/kg PV, valor que compara favorablemente con los datos encontrados por Raudales (1990) y Solís y col. (1991).

El consumo de MS proveniente del rastrojo fue superior ($P=0.001$) en las dietas suplementadas con el nivel más bajo de energía (26.0 g/kg PV) comparado con las dietas suplementadas al 50 % (21.8 g/kg PV). Esta respuesta concuerda con el efecto de sustitución observado en el consumo de la dieta total.

Cuadro 4. Consumo total de Materia Seca (MS) y Proteína Cruda (PC) de la dieta y del rastrojo, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.

Nivel de suplementación ¹	33		50		S _{xy} ³	Efecto ⁴
	M	MP	M	MP		
Consumo de MS, g/kg/PV ⁵						
Dieta total	40.5	38.5	42.0	40.5	0.78	a,b
Rastrojo	26.8	25.3	21.8	21.8	0.78	a
Consumo de PC, g/kg PV						
Dieta total	6.3	6.4	5.6	6.0	0.09	a,b,c
Rastrojo	2.8	2.6	2.2	2.3	0.08	a

(1) 33 y 50 % de los requerimientos diarios de energía para crecimiento.

(2) M=solo melaza; MP=melaza y pulimento de arroz.

(3) Error estándar de los promedios.

(4) a=efecto de nivel de suplementación; b=efecto de tipo de suplementación; c=interacción axb.

(5) PV=peso vivo.

Es importante anotar que los consumos voluntarios de rastrojo encontrados en este experimento (24 g de MS/kg PV) se comparan a los informados por Raudales (1990) y Campos (1991); considerándose buenos, tratándose de un material que originalmente estaba sobremaduro.

El nivel y tipo de suplementación interactuaron ($P=0.049$) sobre el consumo total de PC por unidad de PV. Cuando la dieta fue suplementada con 33 % del requerimiento energético no se encontraron diferencias entre tipos de suplemento. Al 50 % de suplementación el consumo de la PC fue mayor cuando el suplemento contenía pulimento de arroz.

Al calcular la concentración de PC de las dietas se encontró que ésta fue de 16 y 14 % para el 33 y 50 % de suplementación energética, respectivamente.

Los requerimientos de PC para animales de lana en crecimiento con una velocidad de ganancia diaria de 250 g es de 167 g/d, lo cual es equivalente aproximadamente a un 16 % de PC en la ración (NRC, 1985). Los animales usados en este experimento son del tipo de pelo y con potenciales de velocidad de crecimiento más bajos (150 a 200 g/d) que los utilizados en la determinación de requerimientos por el NRC (1985). En este trabajo los animales con dietas de 16 y 14 % de PC ganaron 141 y 155 g/d, respectivamente; por lo que se puede afirmar que los consumos de PC observados en el nivel de 50 % no fueron limitantes del crecimiento. Por el contrario, esto podría sugerir que los requerimientos de PC de animales

de pelo son más bajos que los requerimientos de los animales de lana (NRC, 1985).

La cantidad de PC consumida a partir del rastrojo solamente varió de acuerdo al nivel de suplementación siendo mayor ($P=0.001$) en el nivel más bajo (33%). Esto, fue producto del efecto de la suplementación sobre la proporción de rastrojo en la dieta.

En este trabajo no se hicieron determinaciones de la proporción de NNP en la dieta, aportados por el rastrojo; pero en todos los casos el rastrojo de maíz aportó entre 39 y 42 % del N total consumido. Al igual que lo informado por Solis y col. (1991), en este trabajo no se encontró relación entre el consumo de PC y la ganancia de peso, debido posiblemente a diferencias entre dietas en lo referente a solubilidad de la PC y la relación de NNP:Proteína verdadera; este aspecto necesita más estudio en el futuro.

5.3. Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD).

Los consumos promedio de MOD, expresados en g/kg de peso metabólico ($PV^{0.75}$, PM), tanto de la dieta total como la proveniente del rastrojo se presentan en el Cuadro 5.

El consumo de MOD fue superior ($P=0.001$) cuando se suplementaron los animales con melaza (59.6 g), que cuando éstos recibieron melaza más pulimento de arroz (54.8 g).

Cuadro 5. Consumo de Materia Orgánica Digerible (MOD) total y del rastrojo, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.

Nivel de suplementación ¹	33		50		S _{xy} ³	Efecto ⁴
	M	MP	M	MP		
Consumo de MOD, g/kg PM ⁵						
Dieta total	59.1	53.9	60.1	55.8	1.05	b
Rastrojo	39.2	36.7	32.3	32.0	1.05	a

(1) 33 y 50 l de los requerimientos diarios de energía para crecimiento.

(2) M=Solo melaza; MP=melaza y pulimento de arroz.

(3) Error estandar de los promedios.

(4) a=efecto de nivel de suplementación; b=efecto de tipo de suplementación; c=interacción arb.

(5) PM=peeso metabólico= (PV⁰ . 78).

En ambos casos el consumo de MOD estuvo muy por encima de los requerimientos de mantenimiento de estos animales (29 g/kg PM; NRC, 1985) siendo en ambos grupos equivalente a 2.7 Mcal/kg aproximadamente (dos veces el requerimiento de mantenimiento).

El consumo de MOD proveniente del rastrojo de maíz amoniatoado fue mayor ($P=0.001$) en el nivel bajo de suplementación, lo cual refleja nuevamente el efecto de la suplementación sobre la proporción de rastrojo en la dieta. En promedio, los animales consumieron 35 g MOD/kg PM como rastrojo, lo cual superó los requerimientos de mantenimiento en un 20 %. Este valor concuerda con lo informado por Campos (1991) y con estimaciones hechas en base a los datos de Raudales (1990), confirmándose que dentro del consumo total de energía por parte de los animales, sólo se usó el rastrojo para llenar los requerimientos de mantenimiento y escasamente un 20 % para ganancia. Así, la respuesta animal en términos de ganancia, sería un reflejo casi exclusivo de la energía aportada por el suplemento.

5.4. Ganancias de peso vivo y en canal.

Los valores de peso inicial y final, y de las ganancias diarias de peso vivo y en canal se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 6. Ganancia diaria de peso vivo y en canal, en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.

Nivel de suplementación ¹	33		50		S _{xy} ³	Efecto ⁴
	M	MP	M	MP		
Tipo de suplementación ²						
Peso inicial, kg	21.1	21.1	21.1	21.0		
Peso final, kg	35.0	32.3	33.3	34.0	1.011	
Ganancia diaria, kg/a/d						
En peso vivo	0.156	0.126	0.168	0.142	0.007	b
En canal	0.073	0.060	0.084	0.071	0.003	a,b

(1) 33 y 50 % de los requerimientos diarios de energía para crecimiento.

(2) M=solo melaza; MP=melaza y pulimento de arroz.

(3) Error estandar de los promedios.

(4) a=efecto de nivel de suplementación; b=efecto de tipo de suplementación; c=interacción ab.

BIBLIOTECA WILSON FORENDE
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 22
 TRIBUCIALPA HONDURAS

No se observó efecto del nivel de suplementación en las ganancias diarias de PV de los animales; sin embargo, éstas tendieron ($P=0.074$) a ser mayores en los animales que recibieron el nivel alto de suplementación (155 g/a/d), comparado con los que recibieron el nivel más bajo (141 g/a/d).

Los corderos ganaron más peso ($P=0.001$) cuando la mayor fuente de energía suplementaria fue melaza (162 g/d) que cuando fue la combinación de melaza y pulimento de arroz (134 g/d). Una mejor respuesta a la suplementación con melaza pudo deberse a que ésta fermentó más rápidamente que el almidón del pulimento a nivel del rumen promoviendo una utilización más eficiente de la PC de la dieta, que posiblemente estaba conformada en mayor proporción por NNP.

Andersen y col. (1989) indicaron que la energía rápidamente fermentable es mejor utilizada en raciones a base de pajas amoniataadas, que la energía proveniente de granos. Es posible también que el tipo de pulimento comercial usado en este trabajo no reunió las características de calidad que favorecieran una fermentación más propiogénica.

Las ganancias diarias en canal, mostraron diferencias marcadas tanto debidas al nivel como al tipo de suplementación. Los animales que recibieron el nivel alto de suplementación ganaron más peso ($P=0.004$) en canal (78 g/d) que aquellos suplementados con el nivel bajo (67 g/d). Así mismo, las ganancias en canal fueron superiores ($P=0.001$) en

dietas a base de melaza (78 g/d), que en dietas de melaza más pulimento (66 g/d). El efecto de la suplementación sobre las ganancias diarias también ha sido encontrado por Trung (1987); Lating (1988); Wanapat y col. (1989); Klee y Gonzales (1989), y Orskov y col. (1991).

Solis y col. (1991) encontraron que el requerimiento de ED para animales Felibuey de 20 a 30 kg de PV con una ganancia diaria esperada de 150 g, era de aproximadamente 3 Mcal ED/kg. Esto concuerda con los datos observados en este experimento, en el que los animales consumieron 2.7 Mcal ED/kg de dieta, obteniendo ganancias promedio de 150 g/d. Se realizó un análisis de correlación entre ganancias diarias de PV y el consumo de MOD, encontrándose que la respuesta animal estaba estrechamente ligada ($r=0.70$; $P=0.001$) al consumo diario de ED, expresada en términos de MOD.

Los resultados observados en las ganancias diarias de PV, como producto del efecto del tipo de suplementación son coincidentes con el efecto sustitutivo que tuvo el tipo de suplementación sobre el consumo de MOD, indicando que las mayores ganancias de PV corresponden a los corderos que consumieron una mayor cantidad de MOD como suplemento.

5.5. Características de la canal.

A pesar de que el rendimiento de la canal caliente (Cuadro 7) fue mayor ($P=0.050$) en el nivel alto de suplementación (45.6%), el promedio de todos los tratamientos estuvo dentro de los valores normalmente encontrados en la EAP.

El área del lomo a nivel de la doceava costilla fue afectada por una interacción ($P=0.021$) entre nivel y tipo de suplementación. Cuando los animales fueron suplementados al nivel bajo de energía, la suplementación con melaza promovió mayor área de lomo que la suplementación con melaza y pulimento. Por el contrario, al nivel alto de suplementación los animales tuvieron áreas de lomo similares.

No se encontraron diferencias en la deposición de grasa en la canal, siendo el promedio para los cuatro tratamientos de 2.0 g/kg de canal.

El contenido ruminal estuvo asociado con el tipo de suplementación, siendo mayor ($P=0.014$) en los animales que recibieron las dietas suplementadas con melaza más pulimento de arroz.

La composición químico-nutricional de las dietas que incluían pulimento de arroz (Cuadro 1) mostró mayor contenido en fibra (28.3 vs 21.4 %) y menor digestibilidad (62.8 vs 64.3 %), factores que influyeron negativamente en la degradabilidad y desaparición del material ingerido, ocasionando una mayor

retención del alimento en el rumen y por ende un mayor contenido ruminal al momento de la matanza.

Cuadro 7. Rendimiento de canal caliente, área de lomo y peso del contenido ruminal en corderos alimentados con rastrojo de maíz amoniado, suplementado.

Nivel de suplementación ¹	33		50		S _{xy} ³	Efecto ⁴
	M	MP	M	MP		
Tipo de suplementación ²						
Rendimiento de canal caliente, %	44.3	44.5	45.7	45.5	0.584	a
Area de lomo, cm ²	12.0	9.5	11.6	12.1	0.412	c
Peso del contenido ruminal, kg/kg de PV ⁵	0.12	0.14	0.12	0.14	0.007	b

(1) 33 y 50 % de los requerimientos diarios para crecimiento.

(2) M=Solo melaza; MP=melaza y pulimento de arroz.

(3) Error estandar de los promedios.

(4) a=efecto de nivel de suplementación; b=efecto de tipo de suplementación; c=interacción arb.

(5) PV=peso vivo.

6. CONCLUSIONES

1. La amoniatación del rastrojo de maiz con urea mejoró su digestibilidad en 18 % y su contenido de PC en 78 %.
2. La suplementación energética tuvo un efecto aditivo y sustitutivo sobre el consumo de dietas a base de rastrojo amoniataado; ya que aumentó el consumo total de la dieta pero con menor proporción de rastrojo dentro de ellas.
3. Existe una relación estrecha entre el consumo total de MOD (ED) y las ganancias diarias de PV. Sin embargo, el aporte de MOD por parte del rastrojo cubrió sólo los requerimientos de mantenimiento y un ligero margen (20 %) de los de ganancia.
4. La suplementación a base de melaza promovió mejores consumos y ganancias de peso, debido posiblemente a una más rápida fermentación ruminal comparada al pulimento de arroz, lo cual pudo promover una mejor utilización del NNP proveniente del rastrojo amoniataado.
5. La composición química del pulimento de arroz empleado pudo repercutir negativamente sobre la capacidad de este ingrediente para promover una mejor respuesta animal.

7. RECOMENDACIONES

1. Determinar la combinación óptima de fuentes de energía de rápida y lenta fermentación para rastrojos amoniados.
2. Determinar las necesidades de proteína para los ovinos de pelo, alimentados con rastrojos amoniados; a través de estudios de suplementación con diferentes proporciones de NNP y proteína verdadera pasante.
3. Profundizar en el estudio de los efectos de la suplementación energética y protéica sobre las características de digestión y pasaje de la fibra de los rastrojos amoniados.

8. RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de dos niveles de suplementación energética (33 y 50 % requerimientos diarios de ED) a base de melaza o melaza más pulimento de arroz, sobre el aprovechamiento del rastrojo de maíz amoniato con urea, para crecimiento de ovinos. Se usaron 40 corderos machos cruzados de las razas Blackbelly y Kathadin, de 21 kg de PV y 3.5 meses de edad. Los animales se confinaron en jaulas individuales por 89 días donde recibieron rastrojo de maíz amoniato con urea, agua y sal mineralizada a libre consumo. La amoniatación mejoró la DIVMO en 18.2 % y el contenido de PC en 78 %. La Hemicelulosa y FND decrecieron en 24.6 y 7.8 %, respectivamente. El nivel de suplementación (50 vs 33 %) incrementó ($P=0.001$) el consumo de la dieta total, pero disminuyó ($P=0.001$) la proporción del rastrojo en ella. El consumo total promedio de MS fue de 40 g/kg PV, siendo el aporte del rastrojo en promedio de 24 g/kg de PV. El consumo total de MOD fue en promedio 57.2 g/kg $PV^{0.75}$, de los cuales 35 g (61.2%) correspondieron al aporte del rastrojo. El aporte del rastrojo cubrió los requerimientos de mantenimiento y un 20 % de los de ganancia. No hubo efecto del nivel de suplementación sobre la ganancia diaria de PV; sin embargo, tendió ($P=0.074$) a ser mayor en el nivel alto, encontrándose una correlación ($r=0.7$; $P=0.001$) entre consumo de MOD y las ganancias diarias de PV. El rendimiento en canal fue de 45.6 %, siendo mayor ($P=0.050$) en el nivel alto de suplementación.

Se concluye que la respuesta animal estuvo altamente relacionada con el nivel de suplementación energética y que ésta fue superior cuando se uso melaza comparada a la utilización de la mezcla melaza y pulimento de arroz.

9. LITERATURA CITADA.

- ANDERSEN, P.E.; KRISTENSEN, F.; HERMANSEN, J. 1989. The use of treated straw for feeding dairy cattle in Scandinavia. En: Chenost, M. y Reiniger, P. (Eds) Evaluation of straws in ruminant feeding. Elsevier. London-New York. p. 86-97.
- ANTONGIOVANNI, M.; ACCIAIOLI, A.; GRIFONI, F.; MARTINI, A.; PONZETA, P. 1991. Effects of wheat straw treated with ammonia from urea hydrolysis in lamb diets. Small Ruminant Research, 6:39-47.
- BONILLA, C.J.; LLAMAS, L.G.; AMARO, G.R.; REYNOSO, C.O. 1991. Efecto de la suplementación sobre el consumo voluntario y digestibilidad de dietas a base de rastrojo de maíz enmelazadas para borregos pelibuey. efecto de dos niveles de energía y proteína. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tamaulipas, México. p. 13.
- BORES, Q.R.; MARTINEZ, A.A.; CASTELLANOS, R.A. 1986. Efecto de la adición de niveles crecientes de carbohidratos solubles en la dieta de ovinos sobre el aprovechamiento ruminal de carbohidratos estructurales. Técnica Pecuaria en México. 5:122-127.
- BROWN, W.F.; MISLEVY, P. 1989. Valor alimenticio del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Trad. por Jorge A. Flores. En: Conferencia Internacional Sobre Ganadería en los Trópicos. Universidad de La Florida, USA. p. A14-A21.
- BROWN, W.F. 1991. Hay ammoniation and energy/protein supplementation for heifer development. Procc. 40th. Annual Beef Cattle Short Course, IFAS. University of Florida. Florida, USA. p. 179-185.
- CAMPOS, R. 1991. Consumo voluntario y digestibilidad de rastrojos amoniados en ovinos. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, (HOND.). 33 p.
- ESCORBAR, A.; PARRA, R. 1980. Procesamiento y tratamiento físico-químico de los residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. Instituto de Producción Animal. Universidad Central de Venezuela, Venezuela. p. 93-129.
- GALAVIZ, F. 1984. Efectos de la amoniatación con urea de la paja de maíz sobre su valor nutritivo. Tesis Maestro en Ciencias de la Producción Animal. Universidad de Chihuahua. Chihuahua, México. 150 p.

- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analyses. (Apparatus, reagents, procedures and some applications.) Agric., Handbook 379. ARS, USDA. Washington, D.C., USA. 20 p.
- HVELPLUND, T. 1989. Protein evaluation of treated straws. En: Chenost, M. y Reiniger, P. (Eds.). Evaluation of straws in ruminant feeding. Elsevier. London-New York. p. 66-74.
- ILIC, Z.; ZUJOVIC, M. 1988. The enrichment of some dry bulky feedstuffs with anhydrous ammonia and the use of these feedstuffs for feeding ruminants. Zbornick Radova Institut za Stocarstvo iz Beograda, Yugoslavia. p. 73-82.
- KLEE, G.; GONZALES, J. 1989. Suplementación protéica y energética de raciones de novillos basados en pajas de trigo tratadas con amoniaco anhidro y sin tratar. Agricultura Técnica (Chile). 49(4):314-322.
- KLEE, G.; MURILLO, I. 1989. Efecto de diferentes concentraciones de amoniaco anhidro en el tratamiento de paja de trigo y de la suplementación protéica y energética en raciones de novillos holandeses. Agricultura Técnica (Chile). 49(1):1-8.
- LATING, E.F. 1988. Fish meal vs copra meal in concentrate supplemented at two rates of urea-treated rice straw for cows in late lactation. College, Laguna, Phillipines. 61 p.
- LLAMAS, L.G.; WARD, J.K.; KLOPFENSTEIN, T.J. 1982. Tratamiento de la paja de trigo con amoniaco gaseoso y su efecto en la digestibilidad in vivo con borregos y en el comportamiento de vacas gestantes. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. p. 326.
- LLAMAS, L.G.; CANEZ, C.H.; GOMEZ, A.R.; DIAZ, N.T.; ROMERO, G.H. 1985. Uso de paja de trigo tratada con amoniaco en la alimentación de novillos en crecimiento en corral de engorda. Técnica Pecuaria en México. 48:46-53.
- LLAMAS, L.G.; SANTACRUZ, I.; 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 en México. 51:68-80.

- MARTINEZ, A.A.; SORIANO, T.J.; SHIMADA, A.; 1985. Crecimiento de borregos Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado con amonio anhídrido. *Técnica Pecuaria en México*. 48:54-61.
- MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, H.; STRINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHNEIDER, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuff from gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. 93:217-222.
- MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. San Diego, California. 483 p.
- MOORE, J.E.; MOTT, G.O. 1974. Recovery of residual organic matter from in vitro digestion of forages. *J. Dairy Sci.* 57:12-58.
- MOORE, J.E. 1981. Principles of forage quality evaluation. En: King Visiting Scholar Lectures. Arkansas Agriculture Exp. Station. Especial Report No. 93. p. 66-87.
- MURILLO, B. 1989. Manual de Laboratorio de Nutrición Animal, E.A.P. El Zamorano, Honduras. 62 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. Nutrient requirements of domestic Animals. Nutrient requirements of sheep. (6th. Ed.). Washington D.C. 99 p.
- ORSKOV, E.R.; REID, G.M.; KAY, M. 1991. Influence of straw quality and level of concentrate in a completely mixed diet on intake and growth rates in steers. *Animal Production*. 52:461-464.
- PASTRANA, R.; CONRAD, J.H. 1989. Amonificación usando urea para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. Conferencia Internacional Sobre Ganadería en los Trópicos. Universidad de La Florida, Florida, USA. p. C33-C43.
- PEARCE, G.R. 1985. Plant cell wall structure and the effects of pre-treatments on the digestibility of fibrous residues. 2da.ed. University of the Melbourne, Parkville, Victoria, Australia. *Animal Production and Health Paper*. FAO, Rome, Italy. 32:19-27
- PRESTON, T.R. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de ruminantes en el trópico. (Trad. al español por CIPAV). Circulo Impresiones. CONDRIT, Cali, Colombia. 312 p.

- RAMALHO, J.M.C. 1989. Intake measurements. En: Chenost, M. y Reiniger, P. (Eds.). Evaluation of straws in ruminant feeding. Elsevier. London-New York. p. 22-35.
- RAUDALES, J.A. 1990. Efecto de la amoniatación con urea del rastrojo de maíz sobre su calidad alimenticia para corderos. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (HOND.). 65 p.
- SANSOUCY, R. 1985. Feeding systems based on cereal crop residues and fibrous agro-industrials by-products. Animal Production and Health Division. FAO, Rome, Italy. p. 111-117.
- SAENGER, P.F. 1983. Effect of anhydrous ammonia treatment of wheat straw upon in vitro digestion, performance and intake by beef cattle. J. Anim. Sci. 56:15-26.
- SAS. 1986. User's guide: Statistics. SAS ins. Inc.
- SMITH, T.; BROSTER, W.H.; SIVITER, J.W. 1980. An assessment of barley straw and oat hulls as energy sources for yearling cattle. J. Agric. Sci. (Cambridge). 95:677-686.
- SOLIS, G.; CASTELLANOS, A.F.; VELAZQUEZ, A.; RODRIGUEZ, F. 1991. Determination of nutritional requirements of growing hair sheep. Small Ruminant Research. 4:115-125.
- TORRES, R.; HERNANDEZ, M.; PRESTON, T.R. 1982. Procesamiento del bagazo de caña de azúcar con álcali. Producción Animal Tropical. 7(2):150-151.
- TRUNG, L.T.; PALO, L.T.; ATEGA, T.A.; BIEN, R.R.; LAPINID, R.R. 1987. Dose responses of goats fed urea-treated rice straw with varying supplementation rates: Intake and digestibility of markers. J. of Veterinary and Animal Sci. Philippines. 13(4):49.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the ruminant. ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. O & B Books, Inc. Oregon, USA. 374 p.
- WANAPAT, M.; TOPARK, A.N.; WANAPAT, S. 1989. Nutritive value of cowpea (*Vigna unguiculata*) residues and supplementation levels of cow pea residues for native cattle on rice straw. Khon kaen Agriculture Journal (Thailand). Kaen Kaset. 17(2):106-114.

- WARWICK, E.J.; LEGATES, J.E. 1983. Cría y mejoramiento del ganado. 3a.Ed. (Trad. por Elizondo Mata, R.). McGraw-Hill de México S.A. México, D.F. 623 p.
- ZAPANA, J.C. 1990. Amoniatación de residuos agrícolas con urea. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (HOND.). 77 p.

10. ANEXOS

ANEXO 1. Ración ofrecida a los corderos durante el período de adaptación.

INGREDIENTE	% EN LA RACION
1. Heno de pasto Transvala	55.0
2. Torta de algodón	20.0
3. Sorgo molido	13.5
4. Melaza	10.0
5. Urea	0.7
6. Sal mineralizada	0.5
7. "VITAMELK" para ganado	0.3

Calculada para aportar 16 % de PC y 2.8 Kcal de ED.

ANEXO 2. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para consumo de dieta total y proporción del rastrojo en la dieta.

Efecto	GL	Consumo dieta	Proporción rastrojo
Nivel	1	0.1732 (0.0011)	1878.985 (0.0001)
Tipo	1	0.1949 (0.0006)	37.0502 (0.0199)
Niv x Tipo	1	<0.0001 (0.9859)	16.5149 (0.1121)
Error	34	0.0136	6.2059
C.V.		9.1	4.3

ANEXO 3. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para consumo de materia de (MS) y proteína cruda (PC) de la dieta total y del rastrojo.

Efecto	GL	Consumo MS total	Consumo MS rast.	Consumo PC total	Consumo PC rast.
Nivel	1	28.3499 (0.0390)	172.3204 (0.0001)	2.6544 (0.0001)	1.8067 (0.0001)
Tipo	1	28.9334 (0.0372)	5.3930 (0.3521)	0.3674 (0.0345)	0.0298 (0.5225)
Niv x Tipo	1	0.5341 (0.7700)	5.0705 (0.3667)	0.3151 (0.0491)	0.0660 (0.3425)
Error	34	6.1513	6.0580	0.0757	0.0712
C.V.		8.2	10.2	4.5	10.7

ANEXO 4. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para el consumo de materia orgánica digerible (MOD) de la dieta total y del rastrojo, por kg de peso metabólico (PVO^{0.78}; PM).

Efecto	GL	Consumo MOD total/PM	Consumo MOD rastrojo/PM
Nivel	1	19.1793 (0.1958)	317.8942 (0.0001)
Tipo	1	213.3483 (0.0001)	19.7273 (0.1881)
Niv x Tipo	1	2.1435 (0.8619)	10.4216 (0.3358)
Error	34	11.0157	10.9351
C.V.		5.8	9.4

ANEXO 5. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para las ganancias diarias de peso vivo (PV) y de canal, y para rendimientos en canal.

Efecto	GL	Ganancia en PV	Ganancia en canal	Rendimiento en canal
Nivel	1	0.0018 (0.0745)	0.011 (0.0038)	14.0261 (0.0505)
Tipo	1	0.0077 (0.0006)	0.0018 (0.0007)	0.0054 (0.9684)
Niv x Tipo	1	<0.0001 (0.8256)	<0.0001 (0.9642)	0.2615 (0.7835)
Error	34	0.0005	0.0001	3.4107
C.V.		15.7	14.8	4.1

ANEXO 6. Cuadrados medios, (valores de P) y coeficientes de variación (CV) para área del lomo, deposición total de grasa perirrenal y pélvica, y proporción del contenido ruminal en base a PV.

Efecto	GL	Area de lomo	Deposición de grasa	Prop. cont. ruminal
Nivel	1	5.4080 (0.0936)	0.1462 (0.1704)	0.0002 (0.5429)
Tipo	1	5.2020 (0.0995)	0.0638 (0.3611)	0.0039 (0.0140)
Niv x Tipo	1	11.1005 (0.0212)	0.0977 (0.2601)	0.0001 (0.6381)
Error	16	1.7012	0.0745	0.0006
C.V.		11.5	29.8	18.4

11. BIOGRAFIA DEL AUTOR

El autor, Carlos Quevedo Severiche, nació el 21 de marzo de 1956 en Vallegrande, Dpto. de Santa Cruz, Bolivia. Hijo de Don Pedro Quevedo Alvarez y Doña Braulia Severiche Vidal.

Realizó sus estudios primarios en el Colegio Enrique Finot de Vallegrande. Cursó sus estudios secundarios en el Colegio Salesiano Muyurina de Santa Cruz, graduándose de Bachiller en Humanidades y a la vez de Tecnico Medio en Ganadería el año 1975.

Realizó sus estudios superiores en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, C.A., donde se graduó de AGRONOMO en Diciembre de 1978 y de INGENIERO AGRONOMO con la especialización en Zootecnia en Abril de 1982.