



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
U.N.A
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
F.D.R**

TESIS

“ Evaluación del efecto de cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz”

Por:

**Br. Víctor Manuel Bucardo Salgado
Br. Jacqueline de los Angeles Corea Calero**

Tutor:

Ing. Marbell Betancourt Saavedra

**Managua, Nicaragua
Mayo 2001**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
U.N.A.
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
F.D.R.**

TESIS

“ Evaluación del efecto de cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz”

Tesis sometida a la consideración del comité examinador de la Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria para optar a título de: Ingeniero Agrónomo Generalista, presentada por:

**Br. Víctor Manuel Bucardo Salgado
Br. Jacqueline de los Angeles Corea Calero**

**Managua, Nicaragua
Mayo, 2001**

DEDICATORIA

A mi esposa María Haydée Valverde Reyes, quien siguió muy de cerca cada año de mi carrera; quien supo, una y otra vez, reacomodar cada punto y cada coma de mis trabajos universitarios. A ella por su infinita paciencia y entrega, gracias.

Al profesor Miguel Ramírez, un amigo de verdad que también me apoyó en todo momento desde que inicié mis estudios de secundaria y luego en el transcurso de mi carrera en la universidad.

Gracias profesor Miguel, por su colaboración desinteresada y conocimientos aportados.

Víctor Manuel Bucardo Salgado.

A mi esposo Ingeniero José Santos Martínez, a mi hijo Kevin Hasan Martínez, a mi cuñada Silvia Treminio (q.e.p.d.) y a mi hermano Orlando Calero, que con su empeño y dedicación, hicieron posible que lograra la ardua tarea emprendida; que mi triunfo sea para ellos una mínima recompensa a su esfuerzo y sacrificio.

Jacqueline Corea Calero.

AGRADECIMIENTO

Al colectivo de profesores, gestores de conocimiento; nuestro agradecimiento a todos aquellos que hicieron posible que cambiaran nuestras vidas, muy especialmente a todos los que nos apoyaron, para darnos la oportunidad de crecer por nuestros propios medios, superando obstáculos y desarrollando habilidades; que con su diario convivir nos enseñaron lo importante que es la preparación profesional y la moral, porque tan importante es crecer como profesionista, como también crecer como ser humano.

Queremos agradecerles por el asesoramiento, consejos, disciplina y entusiasmo, recibidos a través de la carrera que estudiamos, sin los cuales no hubiésemos llegado a la meta deseada y continuar siempre hacia el éxito.

De manera muy especial reconocemos el valioso aporte que nos representó la interacción cercana, con su paciencia y buena disposición nos ayudaron en el laborioso trabajo de comprender un fenómeno tan complejo como es la reflexión del profesor acerca de su práctica.

BUCARDO S., VÍCTOR M.; COREA C., JAQUELINE. A. 2001. "Evaluación del efecto de cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13%) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de Arroz". Tesis Ingeniero Agrónomo Generalista. Facultad de Desarrollo Rural, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. xp

Palabras claves: Cascarilla de arroz, Urea, Amonificación, Calidad Nutritiva, Materia Seca, Proteína, Fibra Bruta, Cenizas.

"Evaluación del efecto de cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13%) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz".

RESUMEN

Se condujo un experimento en laboratorio para estudiar la efectividad de la Urea (46% de N) para mejorar la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de Urea – 7, 9, 11 y 13% - en base a materia seca (MS). El período experimental fue de 28 días, como variables de estudios e indicadores de la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz, se determinaron: materia seca (%MS), proteína bruta (%PB), fibra bruta (%FB) y ceniza (% Cen). Los tratamientos se dispusieron en un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres repeticiones. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y separaciones de media, usando Tuckey. El contenido de MS (%) difirió significativamente ($p < 0.05$) entre tratamientos, encontrándose una disminución porcentual de 2.05 entre la cascarilla tratada al 7% de Urea (90.44% de MS) y aquella con el mayor nivel de Urea. El porcentaje de proteína bruta presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. El mayor contenido (15.45% de PB) se logró con la aplicación de 13% de Urea; encontrándose en el material tratado al 7% de Urea, los menores contenidos (7.62% de PB). Los porcentajes de fibra bruta y cenizas no presentaron diferencias significativas entre tratamiento ($p < 0.05$). Como resultados de este trabajo, la cascarilla de arroz tratada con Urea (46% de N), puede considerarse un recursos alternativo y valioso para ser utilizado en la alimentación de rumiantes en los períodos de penuria alimentaria.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
CONTENIDO.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal.	5
3.2 Características de los residuos agrícolas voluminosos (RAV).	5
3.3 Principales RAV utilizados en la producción animal.	7
3.3.1 Subproductos de la agroindustria.	7
3.3.2 Afrechos y cascarillas.	8
3.3.3 Otros residuos de cosecha y/o subproductos.	10
3.4 Papeles que juegan los residuos de cosecha en la producción animal.	10
3.5 Tratamiento químico de materiales fibrosos.	11
3.6 Amonización usando Urea para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos.	12
3.6.1 La Urea como fuente de amoníaco	13
3.6.2 Utilización de la Urea.	14
3.7 Beneficios de la amonificación	15
3.7.1 Proteína bruta.	15

IV.	MATERIALES Y METODOS.....	16
	4.1 Localización.	16
	4.2 Tratamientos y diseño.	16
	4.3 Variables a medir.	17
	4.4 Metodología utilizada.	17
	4.5 Procedimiento para el montaje y manejo del experimento.	18
	4.6 Procedimiento analítico.	19
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
	5.1 Materia seca (MS)	20
	5.2 Proteína bruta (PB)	22
	5.3 Fibra Bruta (FB)	24
	5.4 Cenizas (Cen)	26
	5.5 Potencial de la cascarilla de arroz, amonización en la alimentación animal.	28
VI.	CONCLUSIONES.....	29
VII.	RECOMENDACIONES.....	30
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	31
IX.	ANEXOS.....	33

LISTA DE CUADROS

Cuadros	Pág.
No. 1 Analisis de varianza para la variable materia seca (%), de la cascarilla de arroz sometida a cuatro niveles de de amonificación.	20
No. 2 Comparaciones multiples de media, usando Tuckey, para la variable porcentaje de MS de cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	21
No. 3 Análisis de varianza (para la variable proteína bruta %) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	22
No. 4 Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable porcentaje de proteína bruta de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	23
No. 5 Análisis de varianza para la variable fibra bruta (%) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	24

	Pág.
No. 6 Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable porcentaje de fibra bruta de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	25
No. 7 Análisis de varianza para la variable cenizas (%) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	26
No. 8 Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable porcentaje de cenizas de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.	27

ANEXOS

No. 1 Contenido de cenizas (%) de algunos alimentos
para vacunos (Vélez, 1987)

No. 2 Esquema general de un programa de investigación
(Ruiz, 1980)

I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua, para poder obtener una producción creciente es necesario suministrarle al ganado bovino, durante todo el año, Pastos y Forrajes de buena calidad.

Las condiciones climatológicas de nuestro medio presentan una época seca que dura más de seis meses; que viene afectar el crecimiento y la calidad de los pastos, provocando en el hato ganadero un "Stress" nutricional que causa grandes pérdidas a la economía nacional.

Byers (1984), citado por Franco (1985), determinó que las pérdidas económicas se deben a la baja en la producción láctea (0.3 lt/vaca/día), pérdida de peso (de 50-60 kg/ani./época seca), peso no óptimo para la monta (menor a 280 kg), altas incidencias de enfermedades y elevada tasa de mortalidad.

En este sentido los productores recurren a la búsqueda y utilización de algunos subproductos agroindustriales (melaza-urea, gallinaza, amonificación de rastrojo), lo que conlleva a la elevación de los costos de producción; disminuyendo su rentabilidad.

En relación a los subproductos, actualmente se desperdicia un recurso que puede ayudar a enfrentar el problema de la escasez de alimento en verano, como es; la cascarilla de arroz. Dicho residuo se aprovecha como cama para pollos de engorde, ponedoras y como abono orgánico, entre otros. Sin embargo, son grandes las cantidades que se queman en los trillos, provocando enfermedades respiratorias y contaminación del ambiente.

Según Vélez (1997) la cascarilla de arroz presenta la siguiente composición bromatológica:

MS %	Ceniza %	EE %	FB %	ELN %	PB %	Ca %	P %	ED % Mcal/kg
86	19.7	1.5	43.3	31.7	3.8	0.10	0.15	0.82

La asociación de Trillos de Nicaragua (Ortega y Ruiz, 1999) reportó, entre 1993 y 1998 una producción promedio de arroz en granza (es decir, aquel arroz que aún conserva su cascarilla y debe ser trillado para ser comercializado; resultando de éste proceso la cascarilla de arroz) de 126,949.93 miles de toneladas métricas, y una importación promedio del mismo de 57,849.25 (miles de toneladas métricas), para un total anual de 184,799.18 (miles de toneladas métricas), si a éste le agregamos un porcentaje de cascarilla de 20%, nos da una cantidad de subproducto en forma de cascarilla de 36,959.87 (miles de toneladas métricas).

En este sentido, el Area de Pasto y Alimentación del Departamento de Sistemas Integrales de Producción Animal de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, consciente de los altos volúmenes de este subproducto originado del sector agrícola (Arrocero), y de la agroindustria (Trillos), que es subutilizado, ha venido adelantando trabajos de investigación sobre el valor nutricional y tratamiento químico de este subproducto para mejorar su calidad nutritiva. Dichos trabajos están encaminados a determinar el nivel óptimo de utilización de Urea que permita mejorar cualitativamente el valor nutricional de la cascarilla de arroz para posteriormente realizar los estudios pertinentes en la alimentación de rumiantes.

II. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Determinar la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz amonificada con diferentes niveles de Urea.

2.2 ESPECIFICOS

Evaluar cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13 %) en la amonificación de la cascarilla de arroz para mejorar su calidad nutritiva.

Estimar la variación de los parámetros de calidad (Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta y Cenizas) de la cascarilla de arroz tratada con cuatro niveles de Urea (7, 9, 11 y 13 %).

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Uso de subproductos Agroindustriales en la alimentación animal

Las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo del rumiante y su variada población microbial, le permiten el consumo de alimentos toscos con altos contenidos de fibra. Esto hace posible que su dieta básica de pastos y forrajes, sea complementada o suplementada parcialmente con subproductos agroindustriales; lo cual disminuye los requerimientos de granos para su alimentación. Los mismos pueden destinarse a la alimentación de especies monogástricas, incluido el hombre.

3.2 Características de los Recursos Alimenticios Voluminosos (RAV)

Son varias las características de los RAV que los convierten en substratos con enormes posibilidades de ser utilizados, ventajosamente en la alimentación de los animales, entre otros, caben señalar:

1. La disponibilidad. En la mayoría de los países existen grandes cantidades de RAV. Se ha estimado que los requerimientos energéticos para producir las necesidades mundiales de proteína, utilizando animales herbívoros podrían cubrirse si sólo el 5% de los residuos celulósicos generados todos los años en el mundo, fuesen colectados y procesados económicamente (Dyer *et al.*, 1975, citado por; Escobar y Parra, 1980).

Los RAV están disponibles en situaciones de emergencia. La región tropical presenta periódicamente situaciones críticas para la alimentación de la población animal (períodos de sequía), que son coincidentes con las máximas disponibilidades de los RAV (Escobar y Parra, 1980).

2. Rentabilidad del uso de la tierra. La cosecha de cereales y/o frutos y la posterior utilización de los RAV en la alimentación animal, permite maximizar el uso de la producción agrícola vegetal y de la tierra. En zonas donde la producción animal y vegetal están estrechamente interespaciadas, el uso integral del cultivo tiene grandes posibilidades (Escobar y Parra, 1980).
3. Efecto ambiental. Los RAV de masiva acumulación en la agroindustria (cascarilla de arroz, tuza de maíz, bagazo de caña, etc.) residuos urbanos y excretas animales, se convierten en potenciales elementos contaminantes del ambiente (Escobar y Parra, 1980).
4. Los RAV proceden de actividades asociadas con la producción de granos para consumo humano y/o industrial. Una fuente de estos es el material residual después de cosechar el cultivo (ej.: paja de los cereales y los forrajes procedentes de la yuca, el plátano y el camote). La otra fuente es la agroindustria que procesa otros cultivos industriales (ej.: tortas procedentes de semillas oleaginosas, pulpas de hortalizas y de frutos, y la maleza de la cana de azúcar) (Preston, 1980).

Adicionalmente, los pastos naturales son factibles de incluirse como un ingrediente de los RAV. Esta vegetación que se quema al inicio o final del período de sequía, tiene como objeto eliminar el forraje lignificado y promover el rebrote de las especies nativas. Tales quemas, por lo general se realizan con un alto grado de empirismo, que no solamente ocasionan problemas ecológicos, sino que además, destruyen enormes volúmenes de un substrato potencialmente utilizable, si es adecuadamente procesado (Escobar y Parra, 1980).

3.3 Principales RAV utilizados en la producción animal

3.3.1 Subproductos de la agroindustria

Preston y Leng (1989), señalan la existencia de diversos residuos fibrosos que en su estado natural, tienen aplicaciones limitadas como componentes de dietas básicas (ej.: cascarilla de arroz, bagazo de caña de azúcar). La barrera al uso de estos recursos alimenticios es su baja digestibilidad y aún cuando se suplementan con nutrientes esenciales, el consumo es bajo para poder sostener los animales, sin embargo, se utilizan como material de relleno y como fuente de fibra.

En la mayoría de los casos, estos residuos son el resultado de un procesamiento industrial y están disponibles en grandes cantidades en los sitios de producción. Tal concentración de recursos potencialmente útiles ha incentivado la búsqueda de tecnologías con el propósito de aumentar el valor nutritivo de estos, al punto de convertirlos en alimentos para rumiantes. Dentro de estas técnicas podemos incluir, la amonificación, el tratamiento con vapor y la formación de briquetes (Preston y Leng, 1989).

Las fábricas productoras de dichos residuos, tiene normalmente la infraestructura necesaria para instalar y adecuar la maquinaria requerida para cualquier tratamiento industrial a gran escala. A menudo el residuo se usa como combustible en la fábrica (ej.: en el caso de bagazo de caña, la cascarilla de arroz, y la cascarilla de maní), sin embargo, muchas veces quedan grandes excedentes no utilizados (Preston y Leng, 1989).

3.3.2 Afrechos y cascarillas

Los subproductos de molinería incluyen los revestimientos (cáscaras y tegumentos) de los granos. Aunque ordinariamente no se les considera como residuos de cosecha, la disponibilidad de estos productos hace conveniente el mencionar algunos de los problemas asociados con su uso como alimento de animales.

Las membranas que cubren las semillas de las Angiospermas son revestimientos protectores y, por consiguiente, más fibrosos que otras partes de las plantas; en algunos casos son altamente lignificados. Frecuentemente, los revestimientos de las semillas contienen grandes cantidades de cutina, asociada con la fracción de lignina. La cutina tiene un efecto muy similar al de la lignina, en cuanto que ambas reducen la digestibilidad dependiendo de su lignificación y contenido de cutina y sílice. Las cascarillas de algodón altamente cutinizadas y lignificadas, al igual que las cascarillas de arroz altamente silicificadas, tienen una baja digestibilidad, mientras que las cascarillas de soya y almendra son principalmente celulósicas y altamente digeribles.

Se considera que la pulidura de arroz es fuente de nutrientes que mejora el equilibrio de aminoácidos y de glucosa en el total de nutrientes absorbidos y así aumentar la eficiencia alimenticia. La cascarilla de café, a pesar de su gran similitud con la cascarilla de soya, tiene el problema de ser muy lignificada y cutinizada. La gran semejanza física entre estos dos recursos ha hecho pensar en la inclusión de cascarilla de café en concentrados para vacas lecheras, con resultados adversos. Lo mismo ha ocurrido con la cascarilla de arroz. Las cascarillas de café, arroz y maní son casi indigeribles. Generalmente se puede incluir en la ración, materiales indigeribles a niveles de hasta un 10 %, sin producir cambios en la digestibilidad total (Van Soest y McCammon–Feldman, 1980).

3.3.3 Otros residuos de cosecha y/o subproductos

Van Soest y McCammon–Feldman (1980), consideran que los residuos provenientes de cultivos tropicales como la yuca, banano, pajas y rastrojos, excrementos animal y plantas de ramoneo, pueden ser fuentes de alimentos y forrajes para los rumiantes.

3.4 Papeles que juegan los residuos de cosecha en la producción animal

Entre los principales papeles que pueden jugar los RAV, Preston (1980) considera los siguientes usos; como alimento animal, combustible o fertilizantes. Casi siempre es mejor utilizar los subproductos en la alimentación de los animales, o como fuente de combustible, ya que de tal manera hay una utilización directa de los compuestos carbonados (la materia orgánica). El valor de los subproductos como fertilizantes, en general, se relaciona con el contenido mineral y, en la mayoría de los casos, el N, P, K, que contienen todavía puede usarse después de haber sido procesado el subproducto como alimento o como combustible (solamente el P y el K). La materia orgánica puede ser importante en algunos suelos para mejorar su estructura, pero también presenta una fuente de contaminación en algunas situaciones.

3.5 Tratamiento químico de materiales fibrosos

En los países productores de cereales se han estudiado numerosos métodos de tratar las pajas 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 las pajas a medida que ellas maduran.

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 sumo 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.

Como alternativa se ha desarrollado un tratamiento usando amoníaco. El gas del amoníaco se puede aplicar como amoníaco anhidro. Sin embargo, como es un gas, es volátil y almacenado bajo presión es difícil de manejar, requiere equipo especial y es costoso. El uso de urea para producir amoníaco se puede convertir en la mejor alternativa en las condiciones actuales.

3.6 Amonificación, usando urea, para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos

El contenido de energía bruta de un kg de paja de arroz o de otros materiales fibrosos es igual al contenido de energía bruta de un kg de grano de maíz (Conrad y Pastrana, 1990).

Esto significa que cuando se someten a combustión, producen la misma cantidad de calorías por kg de materia seca. Sin embargo, la paja de arroz, el rastrojo de maíz, los pastos tropicales en estado de madurez y la mayoría de los residuos de cosechas poseen características tales como limitantes en su valor nutritivo y que hacen que su utilización en alimentación animal sea muy limitada.

Estos materiales fibrosos son mal digeridos y no proveen suficiente energía digestible, proteína y minerales como para mantener el peso corporal del ganado durante la época de sequía. Sin embargo, se encuentran en gran abundancia, sobre todo, durante la época de sequía que es precisamente cuando escasean los forrajes de buena calidad para el pastoreo de los animales. De cada tonelada de cereal que se produce, queda por lo menos una tonelada de residuo fibroso (Conrad y Pastrana, 1990).

En el caso de arroz, quedan como sobrante 1.4 tonelada de paja. En esta forma, se producen miles de toneladas de paja de arroz; el ganado utiliza deficientemente parte de esta paja y la mayoría simplemente se quema. Con la quema se esfuma, entonces, el uso potencial de este recurso alimenticio para el ganado.

La composición química de algunos de estos materiales fibrosos son indicadores de baja digestibilidad. Los niveles de FB están por encima de 30 % y los valores de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) frecuentemente por debajo de 50%. Los niveles de Fibra Detergente Acida (FDA), entre 35 y 55 % y los de lignina entre 5 y 16 %. Los niveles de proteína son bajos, alrededor de 5% (Conrad y Pastrana, 1990). En consecuencia, es imposible que el ganado consuma suficientes cantidades de estos materiales secos con altos contenidos de fibra como para producir leche o ganancias corporales a niveles satisfactorios.

3.6.1 La Urea como fuente de amoníaco

La Urea es una sustancia blanca, cristalina, soluble en agua que contiene un 45 % de nitrógeno y 281 % en equivalente de proteína ($45 \times 6.25 = 281$).

Se produce sintéticamente combinando amoníaco y dióxido de carbono. La Urea se descompone fácilmente por la acción de la enzima ureasa y produce amoníaco. Se usa ampliamente como fertilizante nitrogenado; la enzima ureasa está presente en muchos materiales vegetales.

3.6.2. Utilización de la Urea

Hay varios estudios relacionados con el contenido de humedad, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Una revisión de la información disponible indica lo siguiente:

Contenido de humedad; La Urea se puede diluir a partes iguales con agua (50 % de MS y 50 % de humedad).

Temperatura; El amoníaco se genera rápidamente a partir de la Urea, cuando ésta se mezcla con paja húmeda bajo las temperaturas existentes en los trópicos.

Tiempo de almacenamiento; La paja tratada con Urea, almacenada bajo condiciones herméticas por 21 a 28 días produce buenos resultados. Algunos estudios preliminares muestran que nueve días pueden ser suficientes bajo condiciones ideales.

3.7 Beneficios de la amonificación

El objetivo de la amonificación es el de incrementar la digestibilidad, el consumo y el contenido de PB. 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.

3.7.1. Proteína bruta

El contenido de PB de los residuo de cosecha y de los henos maduros de gramíneas es frecuentemente menos de un 6 %. Un compendio de 36 ensayos mostró que el contenido de PB incrementó en 7.3 unidades de porcentaje por el tratamiento con amoniacó (Kunkle, 1987). El contenido promedio aumentó de 5.8 a 13.1 %, debido al tratamiento con amoniacó. El porcentaje de nitrógeno amoniacal retenido y analizado como PB fue, como promedio, 39 %.

Matus (2000), al estudiar el efecto de la amonificación con cuatro niveles de Urea sobre la cascarilla de arroz, encontró un incremento de los porcentajes de proteína bruta en todos los tratamientos, siendo el incremento total de 5.02 % entre la cascarilla sin tratar y la tratada con 7 % de Urea, en base a materia seca.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización

El presente ensayo se realizó en la Facultad de Ciencia Animal, de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 1/2 carretera norte, Managua. Dicho ensayo se condujo en las instalaciones del laboratorio de Bromatología animal de la FACA.

4.2. Tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos evaluados consistieron en la aplicación de cuatro niveles de Urea (46 % de N). Los niveles evaluados fueron 7, 9, 11 y 13 % de Urea en base a materia seca de la cascarilla de arroz.

Los tratamientos evaluados se dispusieron en un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones. Como unidad experimental se utilizó la cantidad de 1000 g (1 kg) de cascarilla de arroz por tratamiento y repetición.

4.3. Variables a medir

Las variables de interés en este ensayo como parámetros indicadores de la calidad nutritiva fueron:

Materia Seca (%).

Proteína Bruta (%).

Fibra Bruta (%).

Cenizas (%).

4.4. Metodología utilizada

Para el estudio de la posible utilización de la cascarilla de arroz en la alimentación de rumiantes se debe de establecer su calidad nutritiva mediante un análisis de laboratorio con el fin de obtener información sobre el elemento de mayor aporte y los elementos limitantes. En este sentido el presente estudio se enmarcó dentro de un plan de investigación nutricional básico (Ruiz, 1980).

Para el proceso de amonificación de la cascarilla de arroz se utilizó la metodología propuesta por Pulido (1990); citado por Morales (1992). La misma consiste en que, por cada 100 kg de material seco fibroso se deben mezclar 3 kg de Urea (46 % de N), la que se disuelven en 50 lt de agua.

Para determinar los parámetros de calidad (MS, PB, FB y Cenizas) se utilizó la metodología del análisis proximal o método de Weende.

4.5. Procedimiento para el montaje y manejo del experimento

Para el montaje del experimento se utilizó cascarilla de arroz-entera, proveniente de la cosecha de arroz de la temporada 2000-2001. La misma se obtuvo del trillo ubicado frente al Trapiche, Tipitapa, Managua.

La unidad experimental la constituyeron la cantidad de 1000 g (1kg) de cascarilla de arroz por tratamiento y repetición. Diluyéndose la cantidad de Urea en 0.5 lt de agua.

Al momento de aplicar la solución de Urea, la cascarilla se extendió sobre un sitio limpio y, con una regadera se distribuyó sobre la masa toda la solución en forma uniforme. Seguidamente se empacó el material en bolsa de polietileno sellándola herméticamente, para dejarla reposar durante 28 días.

Posterior a éste período se procedió a abrir las bolsas, extendiendo el material para eliminar el exceso de amoníaco, y así obtener una muestra de 500 g para su entrega al laboratorio de bromatología.

4.6. Procedimiento analítico

Para las variables de estudio MS (%), PB (%), FB (%) y Cenizas (%), se realizaron análisis de varianza utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} Es una observación cualquiera de las características, MS, PB, FB y Cenizas.

μ Es la media poblacional de las características Y_{ij} .

τ_i Es el efecto del i-ésimo tratamiento (7, 9, 11 y 13 % de Urea).

ε_{ij} Es el error experimental.

Para el análisis estadístico de las variables codificadas en porcentajes, se realizaron transformaciones arcoseno \sqrt{p} (Arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción), con el fin de ajustar los datos porcentuales a una distribución normal (Steel y Torrie, 1988). Posteriormente se realizaron comparaciones de medias usando Tuckey.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1 Materia seca

La variable porcentaje de materia seca, presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable materia seca (%) de la cascarilla de arroz sometida a cuatro niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	3	0.00222013	0.00074004	**
Error	8	0.0072424	0.00009053	
Total	11	0.00294437		

** Diferencias altamente significativas ($P < 0.05$)

En el Cuadro 2 podemos apreciar que los mayores porcentajes de materia seca se presentan en la cascarilla de arroz amonificada con 7% de Urea, con 90.44%, disminuyendo ligeramente hasta 88.39% con el tratamiento de 13% de Urea.

Cuadro 2. Comparaciones múltiples de media, usando Tuckey, para la variable porcentaje de MS de cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Tratamiento (%Urea)	Promedios (%)
7	90.44 a *
9	90.44 a
11	89.87 a b
13	88.39 b

* Valores con literales distintas en la misma columna son diferentes.

Esta disminución (2.05%) en el contenido de materia seca de la cascarilla de arroz, a medida que se incrementa la inclusión de Urea de 7% al 13% puede explicarse; por el hecho de que la Urea se disuelva en agua como vehículo para poder distribuirla, únicamente sobre el sustrato (cascarilla de arroz), lo que permite que se incremente el contenido de humedad en el mismo.

Por otro lado, parece ser que el amonio que se desprende por la reacción de la Urea en presencia de la enzima ureasa, permeabiliza la cutícula de la cascarilla de arroz, incrementándose su contenido de humedad de 9.56 a 11.61%.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Matus (2000), quien al tratar la cascarilla de arroz con cuatro niveles de Urea (0, 3, 5 y 7%), obtuvo la misma tendencia donde la materia seca disminuye al incrementar los porcentajes de Urea (89.33 a 82.58%).

5.2 Proteína bruta

Para el porcentaje de proteína bruta, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos por efecto de la amonificación (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para la variable proteína bruta (%) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	3	0.02680429	0.00893476	**
Error	8	0.00321952	0.00040244	
Total	11	0.03002381		

** Diferencias altamente significativas ($P < 0.05$)

En el Cuadro 4, se refleja que los mayores contenidos de proteína bruta se presentaron, cuando la cascarilla de arroz se amonificó con 13% de Urea (15.45%), encontrándose los menores contenidos en el tratamiento de 7% de Urea (7.62%). Contenido proteico con tendencia similar al encontrado por Matus (2000), al amonificar la cascarilla de arroz, el cual encontró incrementos en el contenido proteico de la cascarilla de arroz de 5.02% entre la cascarilla sin amonificar (2.60%), y la amonificada con 7% de Urea (7.62%).

Cuadro 4. Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable porcentaje de proteína bruta de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Tratamiento (%Urea)	Promedios (%)
13	15.45 a *
11	12.85 a b
9	9.68 b c
7	7.62 c

* Los valores con literales distintos en la misma columna, son diferentes (P<0.05)

Estos resultados en términos de proteína bruta, concuerdan con la reportada en la literatura (Pulido, 1990; Kunkle, 1987), en que el proceso de amonificación transforma residuos agrícolas o desechos fibrosos en alimentos de buena calidad para rumiantes.

Los incrementos encontrados en términos de proteína bruta (7.83%) en el presente trabajo son superiores a los reportados por Matus (2001) y a los reportados por Pulido (1990), al amonificar paja de jaragua (*Hypharrenia rufa*) y similares a los reportados por Kunkle (1987), al tratar con amonio residuos de cosechas y henos maduros (7.3%).

5.3 Fibra bruta

En relación a la fibra bruta, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos por efecto de la amonificación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable fibra bruta (%) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	3	0.00097818	0.00032606	NS*
Error	8	0.00096161	0.00012020	
Total	11	0.00193979		

* NS = No significativo ($P > 0.05$).

Los contenidos de fibra bruta encontrados en la materia seca, varió de 42.97% en la cascarilla de arroz amonificada al 7% de Urea a 40.79% para el nivel de 13% de Urea en base a materia seca.

Estos valores en términos de fibra bruta son similares a los reportados por Vélez (1997), para algunos forrajes tropicales y/o subproductos (paja de avena, Avena Sativa 40.5%, follaje maduro de *Cenchrus ciliaris* 42.3%, heno maduro de *Cynodon dactylon* 40.8%, heno maduro de *Panicum maximum* 40.3%, tuza de maíz (*Zea mays*), olote 36.5%.

Por otro lado, los contenidos de fibra bruta de la cascarilla de arroz son superiores a los reportados por Matus (2000) e inferiores a los reportados por Vélez (1997), para la cascarilla de arroz sin amonificar (43.3%).

Cabe señalar que a pesar que no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, se observa una tendencia similar a lo encontrado por Matus (2000) en una leve disminución de un 2.18%, entre los tratamientos de 7% al 13% de urea (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable porcentaje de fibra bruta de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Tratamiento (%Urea)	Promedios (%)
7	42.97 a *
9	42.63 a
11	41.39 a
13	40.79 a

* Valores con literales iguales en la misma columna no diferencian ($P > 0.05$)

El hecho de no encontrar diferencias estadísticas en la fibra bruta contenida en la cascarilla de arroz, corroboran los resultados encontrados por Matus (2000), en que los tratamientos con Urea, no ejercen gran efecto para mejorar esta fracción del alimento, representada en la cascarilla de arroz, las cuales según Van Soest y McCammon–Feldman (1980), éstas son altamente silicificadas, cutinizadas y lignificadas.

5.4 Cenizas

Concerniente a las proporciones de cenizas presentes en la cascarilla de arroz, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$) por efecto de la amonificación (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable cenizas (%) de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	3	0.00068277	0.00022759	NS*
Error	8	0.00148422	0.00018553	
Total	11	0.00216699		

* NS = No significativo ($P>0.05$).

El Cuadro 8 refleja que el contenido de cenizas en la cascarilla de arroz amonificada al 7% de Urea, fue de 23.95%, disminuyendo en 1.62% con el tratamiento de 13% de Urea (22.33%). Resultados que son similares a los reportados por Matus (2000) al amonificar la cascarilla con 3, 5 y 7% de Urea e inferiores a los reportados por el mismo autor para la cascarilla de arroz sin amonificar (25.98%).

Cuadro 8. Comparaciones múltiples de medias, usando Tuckey, para la variable: porcentaje de cenizas de la cascarilla de arroz, sometida a cuatro niveles de amonificación.

Tratamiento (%Urea)	Promedios (%)
7	23.95 a *
9	23.57 a
11	22.75 a
13	22.33 a

* Valores con literales iguales en la misma columna no difieren ($P > 0.05$)

Resulta interesante resaltar que el proceso de amonificación aún con los niveles más altos de Urea, no influye drásticamente en la disminución de los contenidos de cenizas presentes en la cascarilla de arroz, los cuales con nuestro trabajo, se refuerzan los resultados obtenidos por Matus (2000) para esta fracción del alimento. Además, se consolidan los conocimientos de que la fracción de cenizas presente en la cascarilla de arroz, supera a los encontrados en muchos forrajes y subproductos (Vélez, 1997. Anexo 1).

5.5 Potencial de la cascarilla de arroz amonificada en la alimentación animal

Los resultados del análisis de este trabajo refuerzan la hipótesis sobre el potencial alimenticio de la cascarilla de arroz amonificada. Potencial que se sustenta por el hecho de que el proceso de amonificación mejora cuantitativamente el contenido proteico de este subproducto de la agroindustria. Por otro lado, el potencial alimenticio se fundamenta también porque los rumiantes después de un proceso de adaptación, pueden aprovechar eficientemente el nitrógeno no proteico, mismo que representa el elemento de mayor aporte dentro del contenido proteico de la cascarilla una vez amonificada.

Por otro lado, con este trabajo se amplía y consolidan los conocimientos sobre los elementos de mayor aporte (PB % y Materia Seca) y el elemento limitante (FB%), así mismo se cumple con uno de los primeros requisitos planteados por Ruiz (1980) Anexo 2, como es la generación de información básica dentro de un programa de investigación.

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, podemos concluir:

- Los tratamientos amoniacales utilizando Urea, mejoraron sustancialmente la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz.
- La amonificación con 13% de Urea, brindó los mejores resultados en relación al contenido proteico, incrementándose en 202.75% con respecto al tratamiento con 7% de Urea.
- Los tratamientos amoniacales no ejercieron efecto en la mejora de los contenidos de fibra bruta y cenizas presentes en la cascarilla de arroz.

VII. RECOMENDACIONES

Producto de los resultados de este trabajo, podemos recomendar:

- Realizar trabajos de investigación en donde se combinen tratamientos físicos (molienda) con tratamientos químicos (amonificación).
- Iniciar investigación básica aplicadas, encaminadas a determinar los niveles óptimos de suplementación alimenticia con cascarilla de arroz amonificada, en rumiantes.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. CONRAD, J. H.; PASTRANA, R. 1990. Amonificación, usando Urea, para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. ICA-INFORMA. Colombia. 24 (2) : 5-11.
2. DÍAZ MUÑOZ, T. E. 1990. Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de bovinos: Su impacto en la producción animal. ICA-INFORMA. Colombia. 24 (1) : 9-12
3. ESCOBAR, A.; PARRA, R. 1984. Procesamiento y tratamiento químico. En: Estrategias para el uso de Residuos de Cosecha en la Alimentación Animal. Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 19-21 de Marzo 1980. 159 p.
4. FRANCO SOLIS, J. B de la C. 1985. Uso de la paja de arroz, melaza y Urea en la alimentación de vaquillas en desarrollo durante la época seca. Tesis. Ing. Agr. UNAN-Managua. 73 p.
5. KUNKLE, W. E. 1987. Ammonia treatment of perennial forages. International Conference on Livestock and Poultry in the Tropics. University of Florida, Gainesville. p.19-26.
6. MATUS, L. M. 2000. Evaluación del efecto de distintos niveles de Urea sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz. Tesis. Maestría en Sistemas Integrales de Producción Agropecuaria en el trópico. UNA - UAB. 48 p.
7. MORALES, G.G. 1992. Fundamentos de alimentación, manejo y sanidad bovina. Guía de campo para el extensionista agropecuario. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 155 p.
8. ORTEGA, C. G. ; RUIZ, L. N. 1999. Arroz podría encarecerse. LA PRENSA 18-02-1999. p. 1-A.
9. PRESTON, T.R. 1980. Limitaciones nutricionales. En: Estrategias para el uso de residuos de cosecha en la Alimentación Animal. Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 19-21 marzo, 1980, 159 p.
10. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Círculo Impresores. Ltda., Cali, Colombia. 307 p.

11. PULIDO, J.L. 1990. Efecto de la amonificación con urea sobre el valor nutritivo y parámetros de digestión ruminal de la paja de jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 156 p.
12. RUIZ, M. E. 1980. Estrategias para la intensificación de la producción animal. En: Estrategias para el uso de Residuos de Cosecha en la Alimentación Animal. Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 19-21 de Marzo 1980. 159 p.
13. STEEL, R.G.; TORRIE, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. 2 ed. Traducido por Ricardo Martínez B. McGraw-Hill, México. 614 p.
14. VAN SOEST, P.; McCAMMON-FELDDMAN. 1980. Criterios para la evaluación nutritiva. En: Estrategia para el uso de residuos de cosechas en la alimentación animal. Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 19-21, marzo 1980. 159 p.
15. VELEZ, M. 1997. Producción de ganado lechero en el trópico. 2 ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 189 p.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Contenido de ceniza (%) de algunos alimentos para vacunos (Vélez, 1997).

Nombre	Ceniza
Andropogon gayanus Andropogon, joven fresco Heno maduro	9.9 7.9
Amaranthus spinosus Bledo, follaje, floración media fr	14.0
Brachiaria decumbens Brachiaria, follaje 15-18 d, fr 43-56 d, fr heno maduro	8.0 6.5 6.4
Cajanus cajan Gandul tierno, fr Prefloración, fr En floración, fr Heno maduro Semilla seca	7.9 6.6 6.0 7.1 4.3
Carica papaya Papaya, fruta madura, fr	7.4
Cenchrus ciliaris Buffel, follaje 15-28 d, fr 43-56 d, fr maduro heno	13.1 10.8 11.5 11.7
Centrosema pubescens Centro, follaje 15-28 d, fr Prefloración, fr En floración, fr Maduro heno	8.9 8.2 8.8 8.5
Chioris gayana Rodees, follaje 15-25 d, fr 43-56 d, fr heno maduro	8.2 10.4 9.1
Citrus spp Cítricos, pulpa fresca Pulpa ensilada	7.1 8.8
Clitoria ternatea Clitoria, en floración, fr	6.2
Cocos nucifera Coco, nuez seca Harina (extracción mecánica) Harina (extracción solvente)	2.1 6.4 7.4

Nombre	Ceniza
Cynodon dactylon Bermuda, follaje 15-28 d, fr 43-56 d, fr heno maduro	9.6 10.0 7.8
Cynodon niemuensis Entrella, follaje 15-28 d, fr 43-56 d, fr maduro, fr heno maduro	11.6 10.4 11.9 7.8
Dolichos lablab Dilochos, follaje tierno, fr Heno maduro	12.8 9.7
Gliricidia sepium Gliricidia, follaje tierno, fr En floración, fr Heno maduro	8.4 9.7 13.3
Gossypium spp Algodón, follaje tierno, fr Torta extr. Mecánica Torta extr. solvente	4.7 6.3 6.6
Hyparrhenia rufa Jaragua, follaje 15 – 28 d, fr 43-56 d, fr maduro, fr heno maduro	11.2 12.8 9.9 12.1
Ipomoea batatas Camote, tubérculos, fr Follaje, fr	3.2 18.0
Leucaena leucocephala Leucaena, heno Follaje estrato Veget. fr Follaje estrato Lechoso, fr Hoja inmadura, fr	6.3 8.4 8.2 7.5

Nombre	Ceniza
Manihot spp Yuca, hoja y tallos, fr Hojas frescas Cáscara de tubérculos, fr Tubérculos, fr Tubérculos sin cáscara, fr	 6.9 10.8 17.7 3.7 3.3
Morus alba Morena, hojas, fr	 14.3
Musa paradisiaca Banano, fruta entera, fresca Hojas, fr Cáscara, fr	 4.8 11.9 9.3
Musa spp Plátano, fruta seca Fruta entera, fr Cáscara, fr Planta entera	 9.5 3.3 10.7 6.7

Anexo no. 2: Esquema general de un programa de investigación (Ruiz, 1980).

