

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A.

FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

F.D.R.

TESIS

**EVALUACIÓN DEL EFECTO FÍSICO DE TRES NIVELES DE
UREA (9, 11 Y 13 %) SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA
DE LA CASCARILLA DE ARROZ MOLIDA**

**AUTOR : Br. JOSEL RAMÓN ARGUELLO MENA
Br. ENRIQUE ORTIZ GAITAN**

Managua, Nicaragua
Junio, 2002



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A.

FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

F.D.R.

TESIS

EVALUACIÓN DEL EFECTO FISICO DE TRES NIVELES DE UREA (9, 11 Y 13 %) SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA CASCARILLA DE ARROZ MOLIDA

Tesis sometida a la consideración del Comité Examinador de la Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria, para optar al Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA, presentado por:

Br. JOSEL RAMÓN ARGUELLO MENA

Br. ENRIQUE ORTIZ GAITAN

Managua, Nicaragua

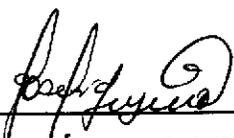
2002

DEDICATORIA

A mi madre por sus esfuerzos, sacrificio y el cariño brindado a lo largo de éstos años de profesionalización. Por el apoyo incondicional y el caminar paralelo junto a mi.

Por el amor de mis hijas, manifestado en todos los momentos de mi vida... por todo lo que ello representa. Gracias a mis hijas infinitamente gracias.

A mis familiares y amigos, quienes de forma indirecta han contribuido a mi formación, por sus muestras de confianza y cariño. Por ser ello parte de mi vida.



Br. JOSEL RAMÓN ARGUELLO MENA

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por ser el creador de todo lo que existe y damos sabiduría para alcanzar las metas propuesta.

A mi esposa e hija, por darme su confianza y apoyo incondicional, durante todo el periodo de la culminación de mis estudios.

Br. ENRIQUE ORTIZ GAITAN

AGRADECIMIENTO

A Dios: Quien nos dio la dicha del ser y gozar del calor de una familia, tan especial como la muestra, porque él se manifestó en todos los momentos vividos y nos ha dado la luz del saber a las pequeñas cosas que hacen grandes a nuestras vidas.

A todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo en especial al Ingeniero Miguel Matus L., quien nos dedicó gran parte de su tiempo y brindó lo mejor de sus conocimientos para llevar a su fin la meta propuesta. A todos ellos un millón de gracias.



JOSEL RAMON ARGUELLO MENA

ENRIQUE ORTIZ GAITAN

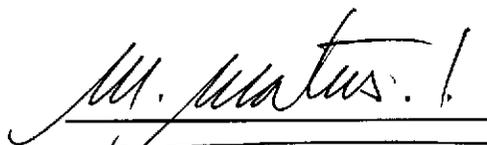
CARTA DEL TUTOR

Permítanme por medio de la presente dejar constancia en calidad de Tutor, de los Brs: Josel Ramón Arguello Mena y Enrique Ortiz Gaitán; quienes desarrollaron su trabajo de diploma titulado: "Evaluación del efecto físico de tres niveles de Urea (9, 11 y 13 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida". Durante el proceso de desarrollo los Brs: Arguello Mena y Ortiz Gaitán, demostraron interés, responsabilidad y dependencia en la conducción de su trabajo de Tesis.

Así mismo, hago constar que los tratamientos con Urea (46 % de N) respecto a dichos niveles sobre la cascarilla de arroz, se encuentran enmarcados dentro de las acciones de continuación de investigaciones sobre el valor nutricional y tratamientos físicos y químicos de este subproducto. Con dicho trabajo se pretende contribuir en la búsqueda y aprovechamiento de su producto agroindustriales que en la actualidad son poco aprovechando como ingredientes en la alimentación de rumiantes.

El proceso de amonificación permite una mejora sustancial del valor nutritivo de rastrojos y subproducto, así como un mejor aprovechamiento de los mismos por parte de los animales. La cascarilla de arroz tratada con Urea se vuelve un recurso alternativo para la alimentación de rumiantes, no así que en la actualidad, al quemarse en grandes volúmenes, es un elemento contaminador del ambiente.

Atentamente,



M.Sc. Miguel Matus López

Tutor

INDICE

Contenido	Pág.
Dedicatoria -----	i
Dedicatoria -----	ii
Agradecimiento -----	iii
Carta del Tutor -----	iv
Índice -----	v
Lista de Cuadros -----	vi
Lista de Gráficos -----	vii
Lista de Anexos -----	viii
Resumen -----	ix
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. OBJETIVOS-----	3
2.1 General -----	3
2.2 Específico-----	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA-----	4
3.1 Utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación animal -----	4
3.1.1 Afrechos y cascarillas -----	4
3.1.2 Tratamiento químico de materiales fibrosos -----	6
3.1.3 Amonificación, usando Urea, para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos -----	6
3.1.4 La Urea como fuente de amoníaco -----	8
3.1.5 Beneficios de la amonificación -----	8
3.1.6 Proteína Bruta -----	8
3.1.7 Modificaciones de la forma física -----	9

	Pág.
IV. MATERIALES Y METODOS-----	11
4.1 Localización-----	11
4.2 Tratamiento y Diseño-----	11
4.3 Variables medidas-----	11
4.4 Metodología utilizada-----	11
4.5 Procedimiento para el montaje y manejo del experimento-----	12
4.6 Procedimiento analítico-----	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	14
5.1 Materia Seca-----	14
5.2 Proteína Bruta-----	16
5.3 Fibra Bruta-----	18
5.4 Cenizas-----	21
VI. CONCLUSIONES-----	24
VII. BIBLIOGRAFÍA-----	25

LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro 1.	Análisis de varianza para la variable Materia Seca (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación. -----	14
Cuadro 2.	Comparaciones múltiples de medias, usando Duncan, para la variable porcentaje de Materia Seca de la cascarilla de arroz molido, sometido a tres niveles de amonificación. -----	15
Cuadro 3.	Contenidos de Proteína Bruta (%) de una muestra compuesta de cascarilla de arroz molido, sometida a tres niveles de inclusión de Urea. -----	17
Cuadro 4.	Contenidos de Fibra Bruta (%), de una muestra compuesta de cascarilla de arroz molido, bajo tres niveles de amonificación. -----	19
Cuadro 5.	Análisis de varianza para la variable Cenizas (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación. -----	21
Cuadro 6.	Comparación múltiple de medias, usando Duncan, para la variable porcentaje de Cenizas de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de inclusión de Urea. -----	22

LISTA DE GRÁFICOS

Página

Gráfico 1.	Variación porcentual del contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz molido y tratado de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	15
Gráfico 2.	Comparación de la variación porcentual del contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz molido y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	16
Gráfico 3.	Variación porcentual del contenido de Proteína Bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	17
Gráfico 4.	Comparación de la variación porcentual del contenido de Proteína Bruta de la cascarilla de arroz molido y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	18
Gráfico 5.	Variación porcentual del contenido de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	19
Gráfico 6.	Comparación de la variación porcentual del contenido de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molido y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	20
Gráfico 7.	Variación porcentual del contenido de Ceniza de la cascarilla de arroz molido y tratado de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	21
Gráfico 8.	Comparación de la variación porcentual del contenido de Ceniza de la cascarilla de arroz molido y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%). -----	22

LISTA DE ANEXO

Anexo 1.	Fotografía donde se aprecia el pesaje de las muestras para la determinación de Materia Seca de la cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea. -----	27
Anexo 2.	Fotografía donde se aprecia el pesaje de las muestras para la determinación de Cenizas de la cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea. -----	27
Anexo 3.	Fotografía de colocación y extracción del horno de las muestras de cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea para determinar Materia Seca. -----	28
Anexo 4.	Fotografía de colocación y extracción del horno de las muestras de cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea para determinar Cenizas. -----	28

ARGUELLO MENA, J.A. ; ORTIZ GAITAN, E. 2002. Evaluación del efecto físico de tres niveles de Urea (9, 11 y 13 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida. Tesis de Ingeniero Agrónomo Generalista, Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua. 28 p.

Palabras claves: cascarilla de arroz molida, Urea, calidad nutritiva, Materia Seca, Producción de proteína, Fibra Bruta, Cenizas.

Evaluación del efecto físico de tres niveles de Urea (9, 11 y 13 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida.

RESUMEN

Este experimento se realizó en la Universidad Nacional Agraria (UNA). Ubicada en el km 12 ½ Carretera Norte, tuvo como objetivo estudiar el efecto de la Urea (46% de N) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida. Los tratamientos evaluados fueron tres niveles de Urea (9, 11 y 13%) en forma de solución acuosa durante un periodo de 28 días. Como variable de estudio e indicador de los parámetros de calidad: Materia Seca (%), Proteína Bruta (%), Fibra Bruta (%) y Cenizas (%). Se utilizó un diseño de bloques completo al azar (DCA) con tres repeticiones. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y separación de medias usando Duncan. El resultado de los análisis estadístico mostró que no hubo diferencia estadística ($P>0.05$) para el porcentaje de Materia Seca(%) y Cenizas. La Proteína Bruta varió levemente entre los tratamientos, siendo el tratamiento tres (13 % de Urea) el que presentó mayor valor con 6.58%. De igual forma la Fibra Bruta el tratamiento tres presentó menor valor con 44.99%.

I. INTRODUCCION

En el trópico Nicaragüense, la producción ganadera bovina presenta grandes fluctuaciones como respuesta a las variaciones estacionales en la disponibilidad de nutrientes. 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. Para poder obtener una producción creciente, es necesario suministrar al ganado bovino durante todo el año pastos y forrajes de buena calidad.

Byers (1984), citado por Franco (1985), determinó que las pérdidas económicas se deben a; la baja producción láctea (0.3 lt/vaca/día), pérdida de peso de 50-60 kg/animal, durante la época seca, peso inapropiado 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 recursos y/o subproductos agroindustriales (Melaza-Urea, pollinaza, molienda de granos, amonificación de rastrojos), 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 paliar el problema de la escases de alimento en verano, como es, la cascarilla de arroz. Dicho residuo se aprovecha, como: cama para pollos de engorde y ponedoras, abono orgánico, fuente energética, entre otros. Sin embargo, son grandes las cantidades que se queman en los trillos, provocando enfermedades respiratorias y, contaminación del ambiente.

La Asociación Nacional de Trillos de Arroz de Nicaragua (Ortega y Ruiz, 1999), informó de que entre 1993 y 1998 hubo 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 toneladas métricas y una importación promedio del mismo de 57,849.25 toneladas métricas, para un total anual de 184,799.18 toneladas métricas. Si a esto le agregamos un porcentaje de cascarilla de 20%, resulta una cantidad de cascarilla como subproducto de 36,959.87 toneladas métricas.

En este sentido, el Área 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 nutritivo y los efectos de los tratamientos químicos y físicos de este subproducto, para mejorar su calidad nutritiva.

Dichos trabajos están encaminados a determinar el nivel óptimo de utilización de Urea y presentación física, 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

Evaluar la cascarilla de arroz molida tratada con tres niveles de Urea (9, 11 y 13 %) para mejorar su calidad nutritiva.

2.2 Especifico

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

Determinar con que nivel de Urea se comporta mejor los parámetros de calidad (Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta y Cenizas) en la cascarilla de arroz molida y tratada.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación animal

Las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo del rumiante y su variada población microbial, les permiten el consumo de alimentos toscos con altos contenidos de fibra. Esto hace posible que su dieta básica en pastos y forrajes, sea complementada ó 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.

3.1.1 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. (Enzmann *et. al.*, 1969, citado por Van Soest y Mc Cammon-Feldman, 1980).

Las membranas que cubren las semillas de la mayoría de los Angiospermas son revestimientos protectores y por consiguiente, más fibrosos que otras partes de la planta; 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 (Enzmann *et. al.*, 1969, citado por Van Soest y Mc Cammon-Feldman, 1980)

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 eficacia 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 (Van Soest y McCammon-Feldman, 1980). Generalmente, se puede incluir en la ración, materiales indigeribles a niveles de hasta un 10 % sin producir cambios en la digestibilidad total (Escobar y Parra, 1980).

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

3.1.2 Tratamiento químico de materiales fibrosos

En los países productores de cereales se han estudiado numerosos métodos de tratar las pajas y/o subproductos para incrementar su digestibilidad y consumo. El propósito fundamental es el de aumentar la solubilidad de la fibra, la lignina y otros componentes estructurales al romper las uniones que dan fuerza estructural a los Recursos Alimenticios Voluminosos (RAV).

Se ha utilizado con éxito el hidróxido de sodio (Soda cáustica), que es un álcalis 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 (Conrad y Pastrana, 1990).

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 la Urea para producir amoníaco se puede convertir en la mejor alternativa en las condiciones actuales. (Conrad y Pastrana, 1990).

3.1.3 Amonificación, usando Urea, para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos

Expresan que el contenido de energía bruta de un kg de paja de arroz ó de otros materiales fibrosos, es igual; al contenido de energía bruta de un kg de grano de maíz. Esto significa que cuando se somete 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, la mayoría de los residuos de cosecha y/o subproductos agroindustriales, poseen características tales que limitan su valor nutritivo y que hacen que su utilización en alimentación animal sea muy limitada (Conrad y Pastrana, 1990).

Estos materiales fibrosos son muy 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 grandes 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, queda como sobrante 1.4 toneladas de paja. En esta forma, se obtienen 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 Fibra Bruta están por encima de 30% y, los valores de nutrientes digestibles totales, frecuentemente por debajo de 50%. 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 suficientes.

3.1.4 La Urea como fuente de amoníaco

La Urea es una sustancia blanca, cristalina, soluble en agua que contiene un 46 % de Nitrógeno y un 281% 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.

Los materiales fibrosos tratados con Urea y almacenados bajo condiciones herméticas por 21 a 28 días produce buenos resultados. Algunos estudios preliminares muestran que nueve días pueden ser suficientes bajo condiciones ideales.

3.1.5 Beneficios de la amonificación

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

3.1.6 Proteína Bruta

El contenido de Proteína Bruta de los residuos de cosecha y de los henos maduros de gramínea es frecuentemente menos de un 6%. Un compendio de 36 ensayos mostró que el contenido de Proteína Bruta incrementó en 7.3 unidades de porcentaje por el tratamiento con amoníaco (Kunkle, 1987).

El contenido promedio aumentó de 5.8 a 13.1%, debido al tratamiento con amoníaco. El porcentaje de nitrógeno amoniacal retenido y analizado como Proteína Bruta fue, como promedio, 39%.

El material voluminoso amonificado puede hacerse un poco más apetecible para los animales, añadiéndole un poco de melaza o sal. Generalmente, un animal también consume aproximadamente el 2% de su peso vivo de material voluminoso amonificado.

Matus (2000) al estudiar el efecto de la amonificación con cuatro niveles de Urea sobre cascarilla de arroz entera, 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 la Materia Seca.

Al estudiar el efecto de cuatro niveles de inclusión de Urea (7, 9, 11 y 13%) sobre la cascarilla de arroz no molida, encontraron que 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 (7.62% de PB) (Bucardo y Corea, 2001).

3.1.7 Modificaciones de la forma física

Entre los efectos de la modificación de la forma física de los materiales fibrosos por medio del molido, podemos señalar; que se reduce el tamaño de las partículas del alimento, se aumenta la superficie específica y se incrementa la densidad.

Asociado con estos cambios físicos, se incrementa el consumo voluntario y se reduce la digestibilidad, como consecuencia de una mayor tasa de pasaje tanto de las fracciones digestibles como parcialmente digestibles. La reducción de la digestibilidad de la materia orgánica se explica, en gran parte por la disminución de la digestibilidad de la fracción fibrosa (Escobar y Parra, 1980).

Se ha determinado con datos de la literatura, que al moler el alimento se producían aumentos promedios de 25% en el consumo voluntario, 98% de incremento en la ganancia diaria de peso vivo y, 36% de reducción en la conversión alimenticia. (Anrique *et. al.*, 1977).

El carácter polvoriento del material fibroso, seco y molido puede deprimir el consumo; el humedecimiento permite eliminar dicho carácter. Se ha demostrado que la reducción en la finura de molido trae como consecuencia un mayor consumo voluntario, una reducción en el tiempo de masticación y rumia, y menor digestibilidad (Robertson y Van Soet, 1975).

La modificación de la forma física por medio del molido es un método frecuentemente utilizado para mejorar el valor alimenticio de los materiales fibrosos. Es de esperar, que aún cuando el mejoramiento relativo del valor nutritivo de los materiales fibrosos sea significativamente alto, los cambios absolutos en la respuesta animal sean bajos, motivados por los bajos consumos y digestibilidades típicas de estos materiales no procesados (Escobar y Parra, 1980).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización

El presente ensayo se llevo a cabo en el laboratorio de Bromatología Animal, del Departamento de Sistemas Integrales de Producción Animal, de la Facultad de Ciencia Animal, en la Universidad Nacional Agraria.

4.2 Tratamiento y Diseño

Los tratamientos aplicados consistieron en tres niveles de Urea (9, 11 y 13%); se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con tres repeticiones. La unidad experimental fue constituida por 1000 g (1 kg) de cascarilla de arroz molida por tratamiento y repetición.

4.3 Variable medidas

Las variables de interés en este ensayo fueron: Materia Seca (%); Proteína Bruta (%); Fibra Bruta (%) y Cenizas (%); como parámetros de la calidad nutritiva.

4.4 Metodología utilizada

Para el proceso de la amonificación de cascarilla de arroz molida se siguió la 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 disuelve en 50 litros de agua.

Para la determinación de los parámetros de calidad (MS%, PB%, FB% y C%), se utilizó la metodología del Análisis Proximal o método de Wendy. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria y el Ministerio de Agropecuario y Forestal (MAG- FOR).

4.5 Procedimiento para el montaje y manejo del experimento

Para el montaje del experimento, se utilizó cascarilla de arroz molida de la temporada 2000-2001. Las muestras de cascarillas de arroz se recolectaron del trillo ubicado frente al Trapiche, Tipitapa, Managua.

La muestra de la cascarilla de arroz para su molida, consistió en pasar la misma por una sola vez, en un molino de martillo a través de una criba de 1/32 avo para obtener como resultado un material de virutas de tamaño considerado intermedio, constituido por partículas de entre cuatro a seis fracciones.

Primero se pesaron 1000 g de cascarillas de arroz molida por cada tratamiento y repetición. Previamente, se enviaron tres muestras de 500 g cada una al Laboratorio de Bromatología para determinar el contenido de Materia Seca, el cual resultó de 93.4 %. En base a este contenido de Materia Seca, se determinaron los gramos de Materia Seca presentes en 1000 g de cascarilla de arroz molida, que constituye la unidad experimental y seguidamente, se procedió a pesar los gramos de Urea correspondiente a cada tratamiento (9,11 y 13 % de inclusión de Urea) en una balanza analítica.

Posteriormente se extendió la cascarilla de arroz molida de cada tratamiento sobre plástico negro en una superficie plana, luego se disolvió la Urea en agua (500 cc). Distribuyéndose la solución uniformemente por toda la masa de la cascarilla molida con ayuda de una regadera plástica.

Terminado este proceso, inmediatamente, cada muestra aplicada con la solución se empacó herméticamente en bolsas de polietileno, dejando el material expuesto a la acción del amoníaco proveniente de la Urea por un tiempo de 28 días.

Pasado el periodo de 28 días se abrieron las bolsas y su contenido se extendió nuevamente sobre una superficie plana, durante tres días, con el objetivo de disminuir el exceso de amoníaco. Enviándose posteriormente las muestras al laboratorio para el análisis de los parámetros de calidad.

4.6 Procedimiento analítico

Para las variables de estudio Materia Seca % y Cenizas %, se realizaron análisis de varianza utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \Sigma_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es una observación cualquiera de las características, Materia Seca y Cenizas

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

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

Σ_{ij} = Es el error experimental.

Para el análisis estadístico de las variables en estudio (Materia Seca-% y Cenizas-%) realizaron las comparaciones de medias utilizando Duncan. Para las variables Proteína Bruta (%) y Fibra Bruta (%) se realizaron en base a estadísticas descriptivas (medias) debido a que este dato se obtuvo a través de una muestra compuesta para tal fin.

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1 Materia Seca

La variable porcentaje de Materia Seca no presentó diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable Materia Seca (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	2	0.37786667	0.18893333	0.5607 NS
Error	6	1.77653333	0.29608889	
Total	8	2.15440000		

NS= No significativo

En cuanto detección de diferencias de tratamientos en base a la separación de medias por medio de Duncan, los tratamientos, en este ensayo, fueron ubicados en una sola categoría estadística (Cuadro 2 y Gráfico 1).

El comportamiento experimentado por efecto de la inclusión de los tres niveles de Urea de la cascarilla de arroz molida, sobre la Materia Seca (%) reflejó una variación poco apreciable. El cambio de dicha variable, entre el tratamiento 1 (9% de Urea; 67.01% de Materia Seca) y el tratamiento 3 (mayor nivel de inclusión de Urea 13%) se registró en una disminución de 0.44 unidades (Cuadro 2).

Esta disminución (0.44%) en el contenido (%) de Materia Seca, de la cascarilla de arroz molida, a medida que se eleva (9-13%) la inclusión de Urea, puede explicarse primero por el hecho de que la Urea se disuelve en agua como vehículo para distribuirla uniformemente y en consecuencia este proceso conlleva ganancia de humedad por parte del substrato (cascarilla de arroz molida).

En segundo lugar parece ser que el amonio que se desprende por la reacción de la Urea, en presencia de la enzima ureasa, permeabiliza la estructura molida de la cascarilla de arroz, incrementándose el contenido de humedad de 32.99 a 33.43 por ciento.

Cuadro 2. Comparaciones múltiples de medias, usando Duncan, para la variable porcentaje de Materia Seca de la cascarilla de arroz molido, sometido a tres niveles de amonificación.

Tratamiento Urea (%)	Materia Seca (%)
9	67.01 a*
11	67.00 a
13	66.57 a

* Valores con literales iguales en la misma columna no son diferentes

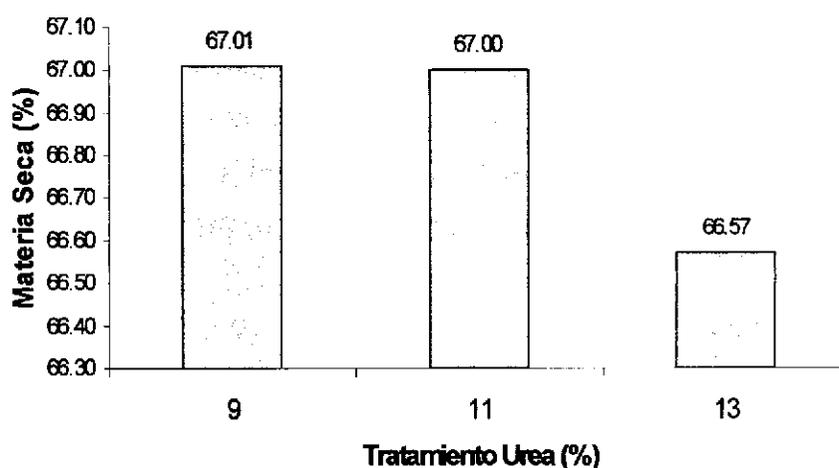


Gráfico 1. Variación porcentual del contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz molida y tratada de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Comparar esta disminución (0.44) unidades porcentuales en relación al cambio reflejado en el contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz molida resulta inferior al encontrado por Bucardo y Corea (2001). Estos últimos autores encontraron una diferencia de 2.05% de unidades en el contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz entera (Gráfico 2).

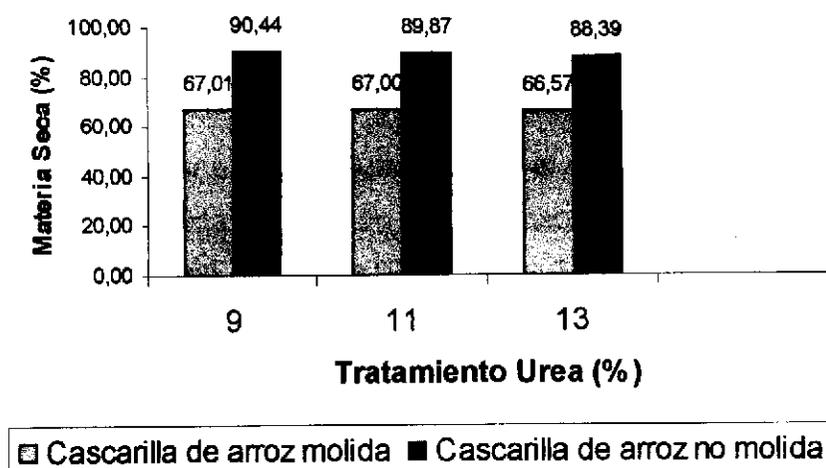


Gráfico 2. Comparación de la variación porcentual del contenido de Materia Seca de la cascarilla de arroz molida y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bucardo y Corea (2001), quienes al someter la cascarilla de arroz entera bajo tres niveles de Urea (9, 11 y 13%) obtuvieron la misma tendencia donde la Materia Seca disminuye (90.44 a 88.39%) al incrementarse los porcentajes de Urea.

5.2 Proteína Bruta

En el Cuadro 3 se refleja el incremento de la Proteína Bruta a medida que aumenta el nivel de inclusión de Urea, siendo el tratamiento 3 (13 % de Urea) el de mayor contenido, con 6.58 % de Proteína Bruta.

Cuadro 3. Contenido de Proteína Bruta (%) de una muestra compuesta de cascarilla de arroz molido, sometida a tres niveles de inclusión de Urea.

Tratamientos Urea (%)	Proteína Bruta (%)
9	5.67
11	6.01
13	6.58

Podemos apreciar en dicho Cuadro 3 que el nivel de Urea del 13% sobre la cascarilla de arroz molida, superó en 0.91 unidades porcentuales a la muestra tratada con el 9% de Urea (5.67% de PB) (Gráfico 3).

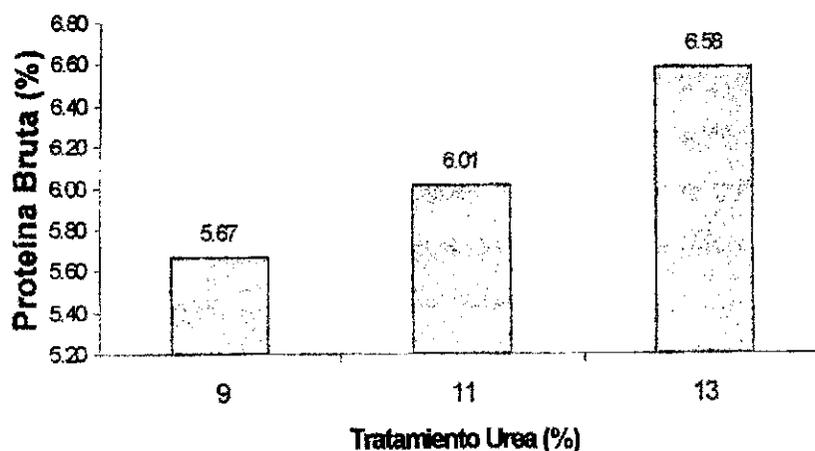


Gráfico 3. Variación porcentual del contenido de Proteína Bruta de la cascarilla de arroz molida y tratada de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Contenido proteico con tendencia similar al encontrado por Bucardo y Corea (2001), (Gráfico 4), quienes al amonificar la cascarilla de arroz molida, encontraron incremento en el contenido proteico del 5.67% entre la cascarilla tratada al 9% (9.68% de PB) y aquellas tratada al 13% de Urea (15.45% de PB).

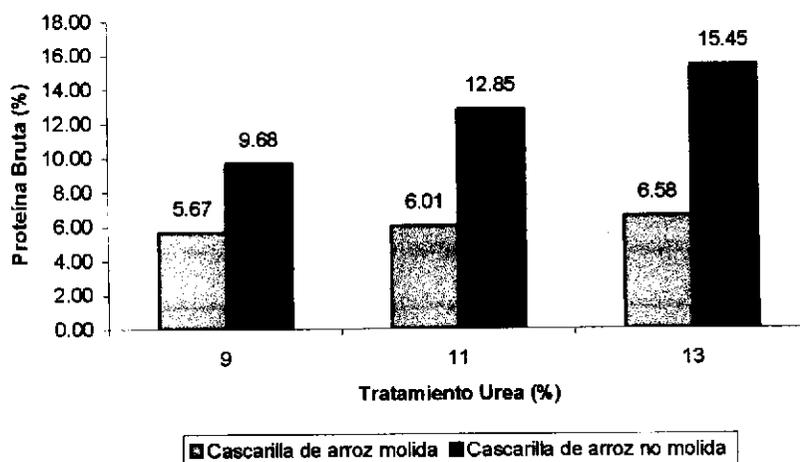


Gráfico 4. Comparación de la variación porcentual del contenido de Proteína Bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

En termino de Proteína Bruta, concuerdan con lo reportado en la literatura, en que el proceso de amonificación transforma residuos agrícolas o desechos fibrosos en forrajes de buena calidad (Pulido, 1990). En este estudio ninguno de los tratamientos satisface los requerimientos proteicos de la microflora ruminal, no superando el nivel crítico de 7%, para dicha flora ruminal.

5.3 Fibra Bruta

En el Cuadro 4 se presenta un comportamiento descendente del % de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molida, en relación a la inclusión de los niveles de Urea, siendo el tratamiento 1 (9 % Urea) el que presentó mayor porcentaje de Fibra Bruta (45.70%).

Cuadro 4. Contenido de Fibra Bruta (%), de una muestra compuesta de cascarilla de arroz molido, bajo tres niveles de inclusión de Urea.

Tratamiento Urea (%)	Fibra Bruta (%)
9	45.70
11	45.50
13	44.99

Los contenidos de Fibra Bruta en base de materia seca varían de; 45.70% en la cascarilla de arroz molida y amonificada al 9% de Urea, a 44.99% para el nivel de 13% de Urea (Gráfico 5).

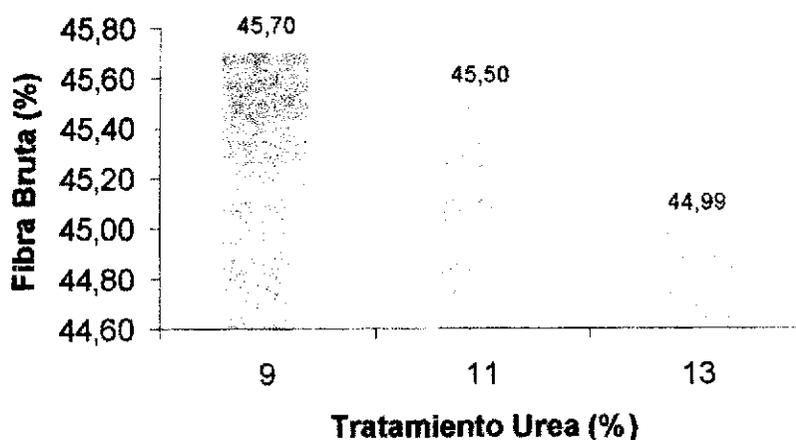


Gráfico 5. Variación porcentual del contenido de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molida y tratada de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Estos valores se asemejan al contenido de Fibra Bruta de algunos forrajes tropicales, y/o subproductos; paja de *Avena sativa* 40.5 %; follaje maduro de *Cenchrus ciliaris* 42.3 %; heno maduro de *Panicum maximun*, 40.3 %; heno maduro de *Cynodon dactylon* 40.8 %; tuza (olote) 36.5 % de *Zea mays*. (Vélez, 1997).

Por otro lado, estos contenidos de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molida son superiores a lo encontrado por Bucardo y Corea (2001), así como a los reportados por Vélez (1997), para la cascarilla de arroz entera sin amonificar (43.40%).

Podemos observar una tendencia similar a lo encontrado por Bucardo y Corea (2001), donde, en nuestro caso, se aprecia una leve disminución de 0.5% unidades entre niveles de tratamiento (9% a 13% de Urea) (Cuadro 4).

Dichas tendencias se corroboraron con los resultados de Bucardo y Corea (2001), (Gráfico 6) en que los tratamientos con Urea, no ejercen gran efecto para mejorar esta fracción del alimento, constituida en la cascarilla de arroz molida, las cuales según Van Soest y McCammon-Feldman (1980), éstas son altamente silicificadas, cutinizadas y lignificadas.

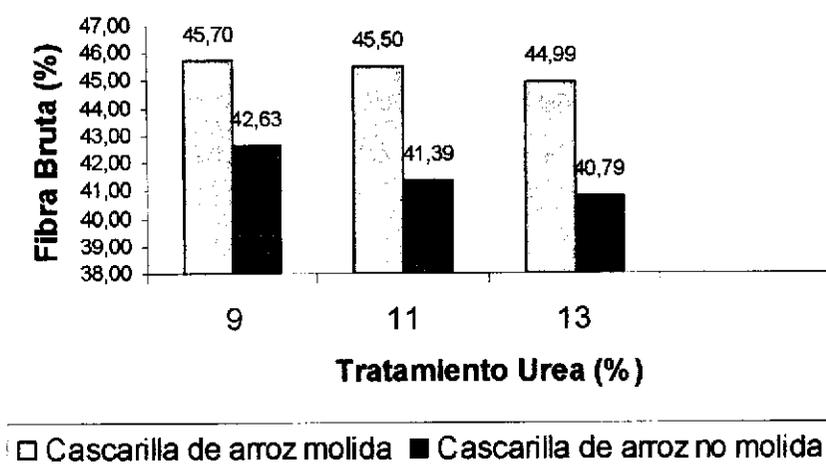


Gráfico 6. Comparación de la variación porcentual del contenido de Fibra Bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

5.4 Cenizas

En relación a las proporciones de Cenizas presentes en la cascarilla de arroz molido no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) por efecto de la amonificación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Cenizas (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Nivel de significancia
Tratamiento	2	0.22408889	0.11204444	0.4369 NS
Error	6	0.70486667	0.11747778	
Total	8	0.92895556		

NS= No significativo

En el Cuadro 6 se refleja el contenido de Cenizas, el cual no fue significativo entre los tratamientos, sufriendo leves cambios entre los niveles de inclusión siendo el tratamiento 3 (13 % Urea) el de menor (19.50) porcentaje (Gráfico 7).

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias usando Duncan, para la variable porcentaje de Cenizas de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de inclusión de Urea.

Tratamiento Urea (%)	Cenizas (%)
9	19.92 a*
11	19.65 a
13	19.50 a

* Literales iguales no difieren estadísticamente.

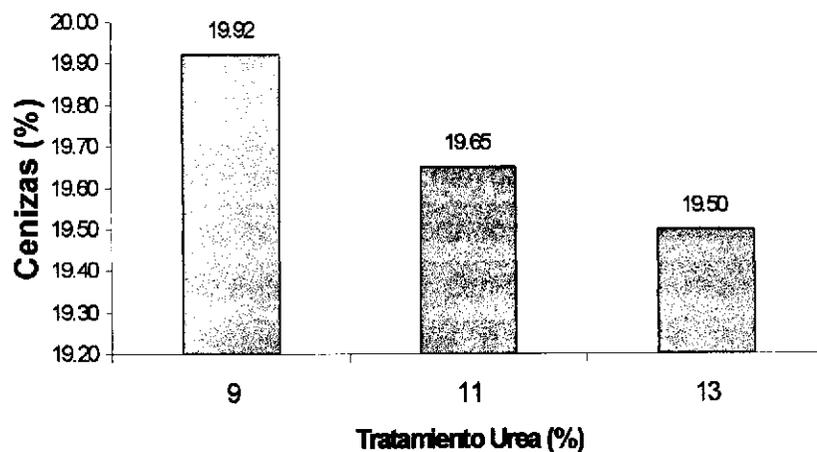


Gráfico 7. Variación porcentual del contenido de Cenizas de la cascarilla de arroz molida y tratada de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Esta leve disminución (0.42 unidades porcentuales) que se refleja (Cuadro 6) en el contenido de Cenizas en la cascarilla de arroz amonificada y molida, está corroborada por lo reportado por Bucardo y Corea (2001) quienes también señalan una tendencia similar de reducción de Cenizas (Gráfico 8).

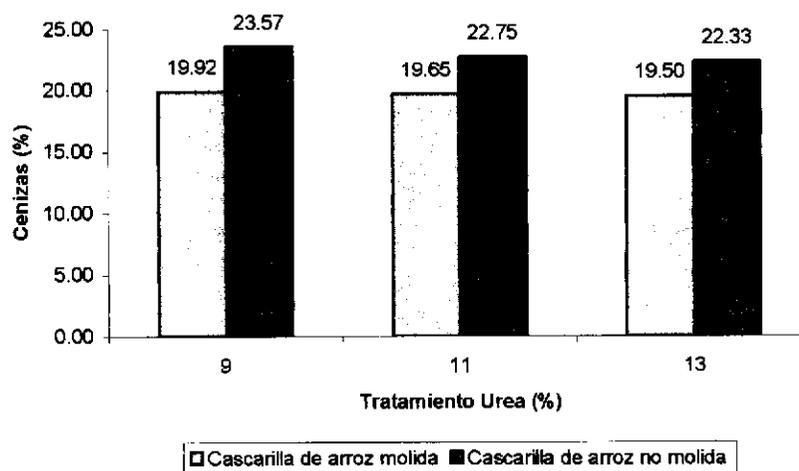


Gráfico 8. Comparación de la variación porcentual del contenido de Cenizas de la cascarilla de arroz molida y no molida de diferentes niveles de Urea (9, 11 y 13%).

Resulta apropiado señalar este relativo y alto contenido de Cenizas que presenta la cascarilla de arroz molida y amonificada, aun cuando haya experimentado esta leve disminución.

Por otro lado el sílice constituye el mayor contenido dentro de los minerales presentes en la cascarilla de arroz reportados por la literatura (Preston y Leny, 1989); el cual es el elemento de difícil digestibilidad. Aunque McDowell, *et al*, (1991) identifica como elemento esencial al sílice (entre otros; níquel, estaño, vanadio) quien a la vez visualiza falta de una significancia práctica de estos nuevos minerales esenciales para rumiantes.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir:

1. El uso de Urea como tratamiento amoniacal, sobre la cascarilla de arroz molida mejora la calidad nutritiva de este subproducto agroindustrial.
2. La inclusión del 13 % de Urea, en la cascarilla de arroz molida mejoraron los resultados del contenido de Proteína Bruta, incrementándose el valor proteico en 0.91 unidades respecto al 9 % de inclusión.
3. Los contenidos de Fibra Bruta y Cenizas, presentes en la cascarilla de arroz molida, no manifestaron mejora alguna como resultados de los tratamientos amoniacales utilizando Urea.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ANRIQUE, R. PARRA, R. VAN SOEST, P. J. 1977. Digestibilidad de la fibra y de los solubles: efecto del consumo y la adaptación a la ración. ALPA. Memoria, 12: 33-38.
- BUCARDO S., COREA C. JAQUELINE. 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. UNA. 37p.
- CONRAD, J. H., PASTRANA, R. 1990. Amonificación, usando urea, para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. ICA-INFORMA. Colombia. 24 (2) : 5 - 11.
- DÍAZ, T.E., ZAPATA, J. 1990. Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de bovinos: Su impacto en la producción animal. ICA - INFORMA. Colombia. 24 (1): 9 -12.
- ESCOBAR, A., PARRA, R. 1980. Procesamiento y tratamiento físico-químico de los residuos de cosecha con miras al mejoramiento de su valor nutritivo. In Estrategia 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.
- FRANCO SOLÍS, 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.

- KUNKLE, W. E. 1987. Ammonia treatment of perennial forage. International Conference on Livestock and Poultry in the Tropics. University of Florida, Gainesville. P. 19-26.
- MATUS L., M. 2000. Evaluación del efecto de distintos niveles de Urea sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz, Tesis Maestría en Sistema Integrales de Producción Agropecuario en el Trópico, UAB-UNA, Managua, 61 p.
- MORALES, G. G. 1992. Fundamentos de alimentación, manejo y sanidad bovina. Guía de campo para el extensionista agropecuario. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 155p.
- ORTEGA, C. G., RUIZ, L. N. 1999. Arroz podría encarecerse. La Prensa, 18-02-1999. P. 1-A.
- ROBERTSON, J. B., VAN SOET, P. J. 1975. A note on digestibility in sheep as influenced by level of intake. Animal Production. 21: 89-92.
- RUIZ, M. E. 1980. Estrategias para la intensificación de la producción animal. En estrategias para la alimentación de rumiantes menores. En estrategia 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.
- STEEL, R. G.; TORRIE, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos, 2 ed. Traducido por: Ricardo Martínez B. McGraw-Hill, México. 614 p.
- VÉLEZ, M. 1997. Producción de ganado lechero en el trópico. 2 ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 189 p.

- Anexo 1. Fotografía donde se aprecia el pesaje de las muestras para la determinación de Materia Seca de la cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea.



- Anexo 2. Fotografía donde se aprecia el pesaje de las muestras para la determinación de Cenizas de la cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea.



Anexo 3. Fotografía de colocación y extracción del horno de las muestras de cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea para determinar Materia Seca.



Anexo 4. Fotografía de colocación y extracción del horno de las muestras de cascarilla de arroz molida y tratada con diferentes niveles de Urea para determinar Cenizas .



GLOSARIO

MS	:	Materia Seca
PB	:	Proteína Bruta
FB	:	Fibra Bruta
C	:	Cenizas
EE	:	Extracto Etéreo
ELN	:	Extracto Libre de Nitrógeno
ED	:	Energía Digestible

Lignificadas: Es la característica o consistencia que presentan los vegetales u otros tejidos de tener consistencia o textura de madera.

Cutinizados: Es la formación de una sustancia compuesta por una mezcla insoluble e impermeable de ácidos grasos y resinas que presenta en las paredes de la célula epidérmica y en la cutícula de la planta.

Silicificada: Es la presencia de alto contenido de Sílice.

Celulosa: Es el constituyente principal de las paredes de la célula vegetal.