



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**U.N.A.**

**FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**

**F.D.R.**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO FÍSICO DE TRES NIVELES DE UREA  
(3, 5 Y 7 %) SOBRE LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA CASCARILLA DE ARROZ**

**AUTOR : Br. BAYARDO JOSÉ BALMACEDA CASTRILLO**

**Br. NARCISO ALEJANDRO DE LA LLANA GUTIÉRREZ**

**TUTOR : ING. MIGUEL MATUS LÓPEZ M. Sc.**

**Managua, Nicaragua  
Abril 2002**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**U.N.A.**

**FACULTAD DE DESARROLLO RURAL**

**F.D.R.**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO FÍSICO DE TRES NIVELES DE UREA  
(3, 5 Y 7 %) 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 al título de:  
**INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA** presentado por:

**Br: BAYARDO JOSÉ BALMACEDA CASTRILLO**

**Br: NARCISO ALEJANDRO DE LA LLANA GUTIÉRREZ**

Managua, Nicaragua

**2002**

## **DEDICATORIA**

A nuestro ser supremo Dios todopoderoso por darme fortaleza y guiarme por el camino correcto y haber permitido concluir con éxito mi carrera.

A mis padres: Marcos y Elba, mis mejores ejemplos de trabajo y dedicación, a quienes admiro por sobre todas las cosas. A mi madre en especial que siempre me brindó respaldo espiritual de superación y económico.

A mi hija Gleisy Yahima, a quien amo tanto y que siempre estuvo pendiente de la culminación de mis estudios.

A mis hermanos Luz Marina, Wilfredo, Gustavo, Ileana, Adrián quienes son parte del elenco familiar y por el apoyo moral en todo momento.



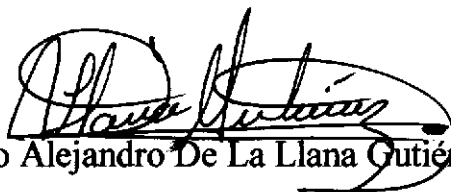
Bayardo José Balmaceda Castrillo

## DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, por ser el creador de todo lo que existe y por darme fortaleza y sabiduría para alcanzar satisfactoriamente la culminación de tan importante meta.

A mi padre Alejandro y mi madre Marina por darme la existencia y conducirme con sus consejos y ejemplos por los caminos del bien y la esperanza en Dios.

A mi esposa Dolores y mis hijos: Marina Estela, Alejandro Martín y Elissa Leonor por ser el tesoro más grande que el señor me ha dado y por quienes todo esfuerzo realizo con gozo.



Narciso Alejandro De La Llana Gutiérrez

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros más sinceros agradecimientos a nuestro tutor Ing. Miguel Matus López, por habernos brindado apoyo en la elaboración de este trabajo de investigación, facilitándonos sus conocimientos y haber hecho posible cumplir esta meta.

A los Licenciados: César Cajina y Fausto Rayo, que siempre nos brindaron apoyo y sugerencias en la redacción de nuestra tesis.

Al Lic. Sergio Flores Balmaceda, que dedicó parte de su tiempo para ayudarnos en el diseño y revisión del presente documento.

Al mayor del ejército Juan Castellón Zelaya, quien en varias ocasiones nos brindó apoyo logístico y recomendaciones.

A Javier Castillo Balmaceda, quien de forma desinteresada nos acompañó en todos los movimientos y brindó sugerencias.

A la Ing. Tania Beteta, por su valioso aporte en la revisión final de nuestro trabajo.

Br. Bayardo José Balmaceda Castrillo.

Br. Narciso Alejandro de la Llana Gutiérrez.

## CARTA DEL TUTOR

Permítanme por medio de la presente dejar constancia en calidad de tutor, de los Brs: Bayardo José Balmaceda Castrillo y Narciso Alejandro De La Llana Gutiérrez; quienes desarrollaron su trabajo de diploma titulado: "Evaluación del efecto físico de tres niveles de Urea (3, 5 y 7 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida".

Durante el proceso de desarrollo los Br(s). Balmaceda Castrillo y De La Llana Gutiérrez, demostraron creatividad, responsabilidad, capacidad e independencia en su conducción.

Así mismo, hago constar de que los tratamientos con Urea (46 % de N) respecto a dichos niveles sobre la cascarilla de arroz, se encuentra 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 a la búsqueda y aprovechamiento de subproductos agroindustriales que en la actualidad son poco aprovechados como ingredientes en la alimentación de rumiantes.

El proceso de amonificación permite una mejora sustancial del valor nutritivo de rastrojos y subproductos, 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

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRAFICOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Especificos.....	3
III. HIPOTESIS.....	4
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
4.1. Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal.....	5
4.1.1. Afrechos y cascarillas.....	5
4.1.2. Tratamiento químico de materiales fibrosos.....	7
4.1.3. Amonificación, usando urea, para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos.....	7
4.1.4. La urea como fuente de amoníaco.....	9
4.1.5. Beneficios de la amonificación.....	9
4.1.6. Proteína bruta.....	10
4.1.7. Modificaciones de la forma física.....	11
V. MATERIALES Y METODOS.....	13
5.1. Localización.....	13
5.2. Descripción de tratamiento.....	13
5.3. Variables a medir.....	13
5.4. Metodología Utilizada.....	13
5.5. Procedimiento para el montaje y manejo del experimento.....	14
5.6. Procedimiento analítico.....	15
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	17
6.1 Materia seca.....	17
6.2 Proteína bruta.....	19
6.3 Fibra bruta.....	21
6.4 Cenizas.....	24
6.5 Potencial de la cascarilla de arroz molida y tratada con urea en la alimentación animal.....	26
VII. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES.....	29
IX. BIBLIOGRAFIA.....	30
X. ANEXOS.....	32

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Niveles de inclusión. Porcentaje de Urea y cantidades de Urea (gramos), por tratamiento y repetición, sobre la cascarilla de arroz molida. ....	15
<b>Cuadro 2.</b>	Análisis de varianza para la variable materia seca (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación. ....	17
<b>Cuadro 3.</b>	Comparación de medias usando Duncan para la variable materia seca (%) la cascarilla de arroz molido, sometido a tres niveles de amonificación. ....	18
<b>Cuadro 4.</b>	Análisis químico del contenido de proteína bruta (%) de la muestra compuesta de la cascarilla de arroz molido, con tres niveles de inclusión de Urea. ....	19
<b>Cuadro 5.</b>	Análisis químico del contenido de fibra bruta (%), de la cascarilla de arroz molido bajo tres niveles de inclusión de Urea. ....	22
<b>Cuadro 6.</b>	Análisis de varianza para la variable cenizas (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación. ....	24
<b>Cuadro 7.</b>	Comparación múltiples de medias usando Duncan, para la variable porcentaje de cenizas de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de inclusión de Urea. ....	25



## LISTA DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1.</b>	Variación porcentual del contenido de materia seca de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)	18
<b>Gráfico 2.</b>	Comparación de la variación porcentual del contenido de materia seca de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %) .....	19
<b>Gráfico 3.</b>	Variación porcentual del contenido de proteína bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)	20
<b>Gráfico 4.</b>	Comparación de la variación porcentual del contenido de proteína bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %)	21
<b>Gráfico 5.</b>	Variación porcentual del contenido de fibra bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)	23
<b>Gráfico 6.</b>	Comparación de la variación porcentual del contenido de fibra bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %) .....	23
<b>Gráfico 7.</b>	Variación porcentual del contenido de cenizas de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)	25
<b>Gráfico 8.</b>	Comparación de la variación porcentual del contenido de cenizas de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea	26

Balmaceda Castrillo B. J. ; De la Llana Gutiérrez N. A. 2002. Evaluación del efecto físico de tres niveles de Urea (3, 5 y 7 %) sobre la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida. Tesis de Ingeniero Agrónomo Generalista, Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua, 34 Págs.

**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 (3, 5 y 7 %) 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 (3, 5, y 7 %) en forma de solución acuosa durante un periodo de 28 días. Como variables de estudio e indicador de los parámetros de calidad se estimaron: 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 del análisis estadístico mostró que no hubo diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) para el porcentaje de materia seca (%) y cenizas. La proteína bruta vario levemente en (1.66 unidades porcentuales) entre los tratamientos, siendo el tratamiento tres (7 % de Urea) el que presentó mayor valor con 5.68 %. De igual forma la fibra bruta, bajo 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 escasez 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 bajo tres niveles de Urea (3, 5 y 7 %) para mejorar su calidad nutritiva.

### **2.2 ESPECIFICOS**

1. 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 (3, 5 y 7 %).
2. Determinar con que nivel de Urea se comportan mejor los parámetros de calidad: Materia Seca, Proteína Bruta, Fibra Bruta y Cenizas en la cascarilla de arroz molida y tratada.

### **III. HIPÓTESIS**

**H<sup>o</sup> – Uno de los tres niveles de Urea, ejerce un efecto positivo sobre la mejora de la calidad nutritiva de la cascarilla de arroz molida.**

**H<sup>a</sup> – Los niveles de Urea aplicados a la cascarilla de arroz molida, no ejerce efectos positivos en la mejora de la calidad nutritiva.**

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal

Las características anatómicas y fisiológicas del tracto digestivo del rumiante y su variada población microbiana, les permiten el consumo de alimentos toscos con altos contenidos de fibra. Esto hace posible que su dieta básica de 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.

#### 4.1.1 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 McCammon-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



#### **4.1.2 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 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).

#### **4.1.3 Amonificación, usando Urea, para mejorar la calidad nutritiva de materiales fibrosos**

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 grande 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 del arroz, queda como sobrante 1.4 tonelada 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.

#### **4.1.4 La Urea como fuente de amoníaco**

La Urea es una sustancia blanca, cristalina, soluble en agua que contiene un 45 % 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.

#### **4.1.5 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.

#### **4.1.6 Proteína bruta**

El contenido de PB 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 PB incrementó en 7.3 unidades de porcentaje por el tratamiento con amoniaco (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 PB 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).

#### **4.1.7 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 digeribles como parcialmente digeribles. 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).

## **V. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1 Localización**

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

### **5.2 Descripción de tratamiento**

Los tratamientos aplicados consistieron en tres niveles de Urea (46 % de N): 3, 5 y 7 %. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con tres repeticiones. La unidad experimental fue constituida por 1000 g de cascarilla de arroz molida por tratamiento y repetición.

### **5.3 Variable a medir**

Las variables de interés en este ensayo fueron: materia seca (%); proteína bruta (%); fibra bruta (%) y cenizas (%); como parámetros de la calidad nutritiva.

### **5.4 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 Cenizas %), se utilizó la metodología del Análisis Proximal o método de Wendee. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria (UNA) y el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR).

## **5.5 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.

El proceso de la molida de la muestra de la cascarilla de arroz consistió en pasar por una sola vez dicha muestra, en un “molino de martillo”, a través de una criba de 1/32 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 (UNA) para determinar el contenido de Materia Seca, el cual resultó de 93.4 %. En base a este contenido de MS, se determinaron los gramos de MS presentes en 1000 g de cascarilla de arroz molida, que constituye la unidad experimental, procediéndose a pesar los gramos de Urea en una balanza analítica, correspondiente a cada cantidad de gramos de Urea según nivel de inclusión sobre la cascarilla de arroz molido por tratamiento y repetición (cuadro 1).



**Cuadro 1. Niveles de inclusión.** Porcentaje de Urea y cantidades de Urea (gramos), por tratamiento y repetición, sobre la cascarilla de arroz molida.

Tratamiento (% de Urea)	Urea (gramos)
3	28.20
5	46.70
7	65.38

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

Tiempo posterior al cual se abrieron las bolsas, extendiéndose nuevamente el material sobre una superficie plana, durante tres días, con el objetivo de que desaparezca el exceso de amoníaco. Enviándose las muestras al laboratorio para el análisis de los parámetros de calidad.

## 5.6 Procedimiento analítico

Para las variables de estudio MS (%) 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, MS (%) y Cenizas (%).

$\mu$  = Es la media poblacional de las características  $Y_{ij}$ .

$T_i$  = Es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (3-5-7 % de Urea).

$\Sigma_{ij}$  = Es el error experimental.

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las comparaciones de medias utilizando Duncan.

Las variables PB (%) y FB (%) se analizaron en base a estadísticas descriptivas (Medias) de las muestras representativas (compuestas).

## VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 6.1 Materia Seca

La variable porcentaje de materia seca no presentó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamiento (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para la variable materia seca (%) de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de amonificación.

Fuentes de variación	Gl	SC	CM	Nivel de Significancia
Tratamiento	2	0.63415556	0.31707778	0.5024 NS
Error	6	2.4588667	0.4981111	
Total	8	3.09302222		

NS= no significativo

Según la separación de medias por Duncan (0.05), los tratamientos fueron ubicados en una sola categoría estadística (Cuadro 3 y gráfico 1).

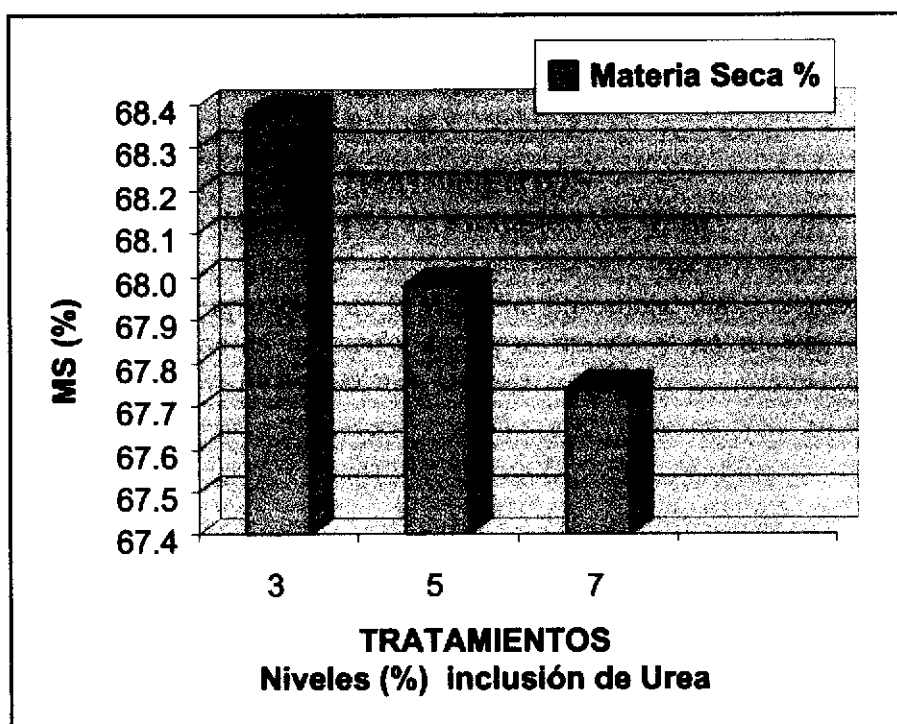
El porcentaje de materia seca reflejó un incremento de 0.64 unidades; entre la cascarilla de arroz molida y tratada con 7 % de Urea, en comparación al tratamiento del 3 % de Urea (67.74 % de MS).

Este comportamiento obedece, primero por el hecho que la Urea se disuelve como vehículo para distribuirla uniformemente conllevando este proceso ganancia de humedad por parte del sustrato. 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 estructura molida de la cascarilla de arroz, incrementando (0.94 unidades porcentuales) el contenido de humedad de 67.74 a 68.38.

**Cuadro 3.** Comparación de medias usando Duncan para la variable materia seca (%) la cascarilla de arroz molido, sometido a tres niveles de amonificación.

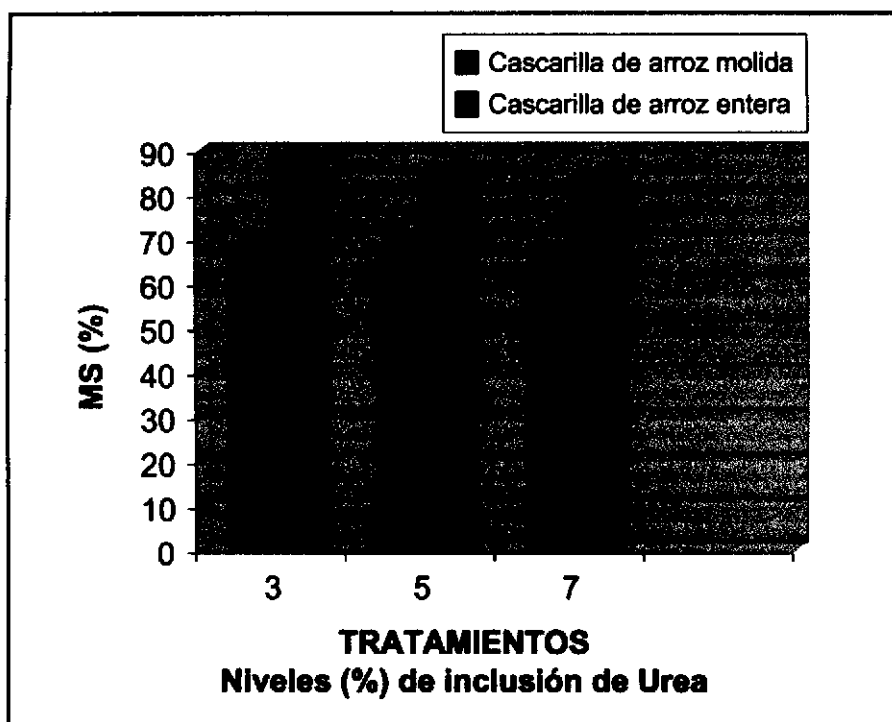
Tratamiento Urea (%)	Materia Seca (%)
3	68.38 a *
5	67.98 a
7	67.74 a

\* 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 molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)

La tendencia de los resultados fueron similares a los obtenidos por Matus (2000); al tratar la cascarilla de arroz entera, con niveles de inclusión de Urea (0, 3, 5, y 7 %) y 89.33; 87.34; 85.06 y 82.58 % de materia seca respectivamente. Gráfico 2.



**Gráfico 2.** Comparación de la variación porcentual del contenido de materia seca de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %)

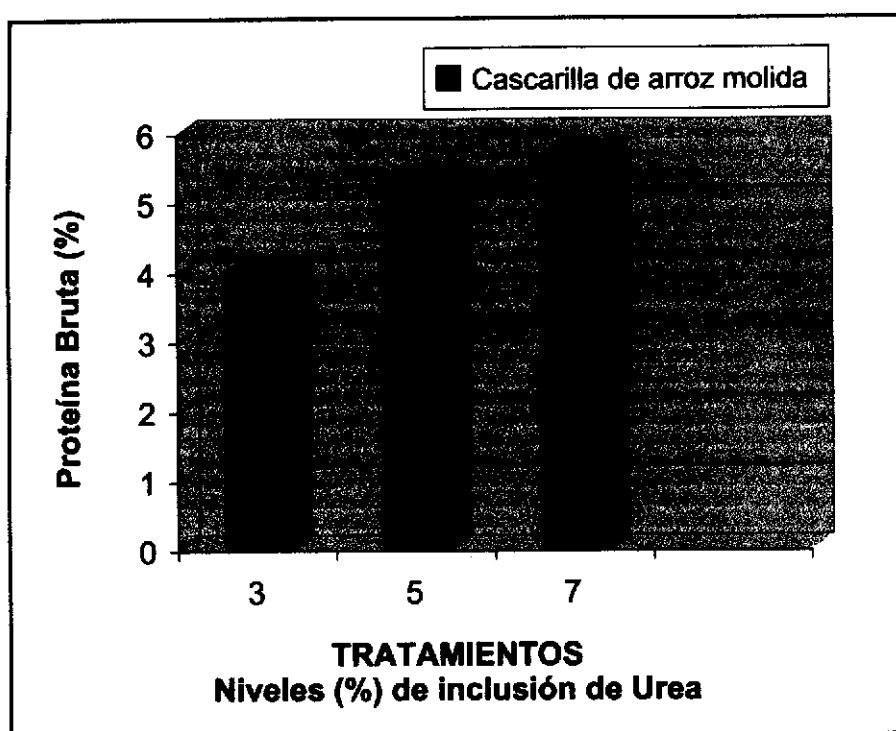
## 6.2 Proteína Bruta

El Cuadro 4. refleja el comportamiento de la proteína bruta; está incrementó a medida que aumentó el nivel de inclusión de Urea; siendo el tratamiento tres (7 % Urea) el que alcanzó mayor contenido (5.68 % de PB). Es decir; este nivel de 7 % de Urea, superó en un 41.2 % al tratamiento de más bajo nivel de inclusión de Urea.

**Cuadro 4.** Análisis químico del contenido de proteína bruta (%) de la muestra compuesta de la cascarilla de arroz molido, con tres niveles de inclusión de Urea.

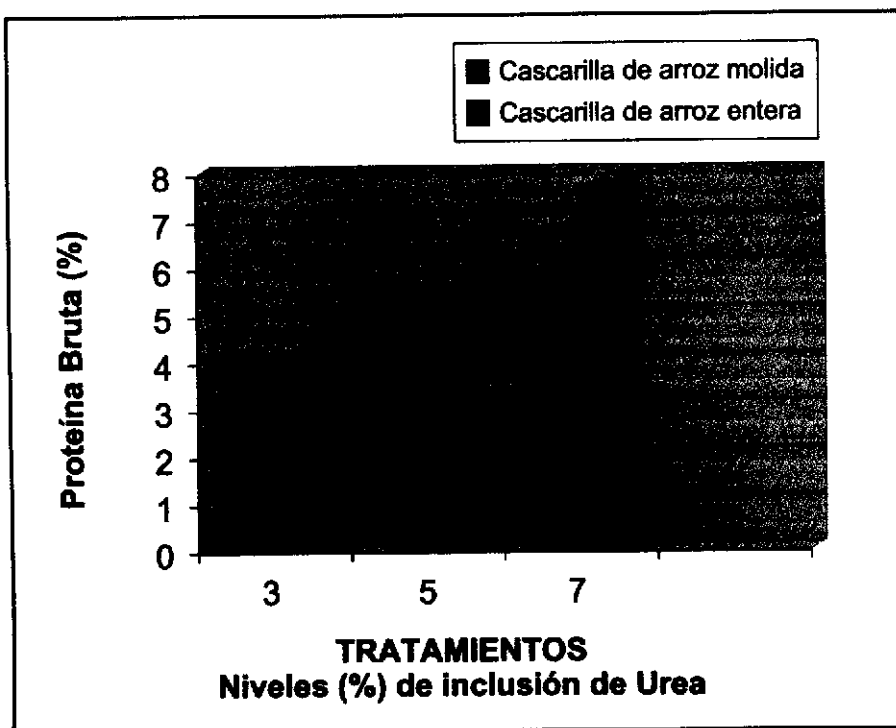
Tratamientos Urea (%)	Proteína bruta (%)
3	4.02
5	5.34
7	5.68

Los resultados de este experimento según los niveles de inclusión de Urea, en relación al contenido (%) de PB; manifiestan un comportamiento similar al encontrado por Matus (2000), al incrementare dicho contenido. Sin embargo cabe señalar, que con este ensayo de la cascarilla de arroz molida y amonificada, el cambio de incremento por unidad de PB fue inferior (1.66 unidades) al alcanzado con la cascarilla de arroz entera amonificada (3.61 unidades) (Matus, 2000).



**Gráfico 3.** Variación porcentual del contenido de proteína bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)

Este término 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 ensayo ninguno de los tratamientos satisface los requerimientos proteicos de la microflora ruminal, no superando el nivel crítico de 7 %.



**Gráfico 4.** Comparación de la variación porcentual del contenido de proteína bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %).

### 6.3 Fibra Bruta

El Cuadro 5, señala el contenido de fibra bruta (FB). Presenta un comportamiento descendente en relación a la inclusión de los niveles de Urea, siendo el tratamiento tres (7 % Urea) el que presentó menor contenido en porcentaje.

Los contenidos de FB encontrados en la materia seca varió de 45.58 % en la cascarilla de arroz molida y amonificada con 3 % de Urea; a 44.99 % en la cascarilla de arroz molida y amonificada con 7 % de Urea en base a MS (Cuadro 5). En este ensayo el contenido de FB disminuyó 0.59 unidades porcentuales.

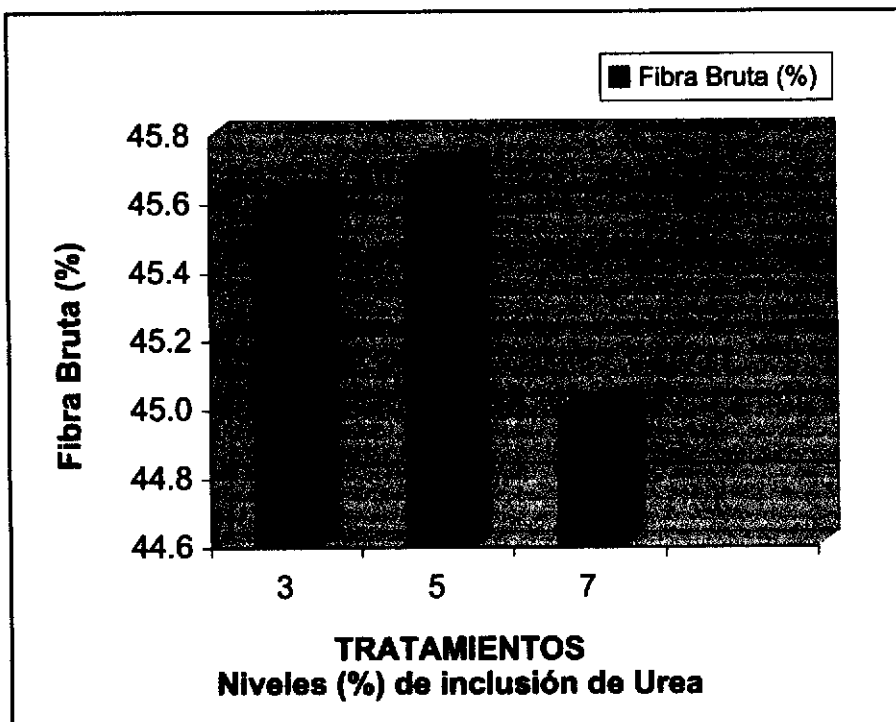
En términos generales, al comparar dicho comportamiento con lo reportado por Matus (2000) utilizando los mismos niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %) sobre la cascarilla de arroz entera; ambas guardan cierta relación al reflejar una disminución del contenido de FB a medida que se aumenta el nivel de Urea.

**Cuadro 5.** Análisis químico del contenido de fibra bruta (%), de la cascarilla de arroz molido bajo tres niveles de inclusión de Urea.

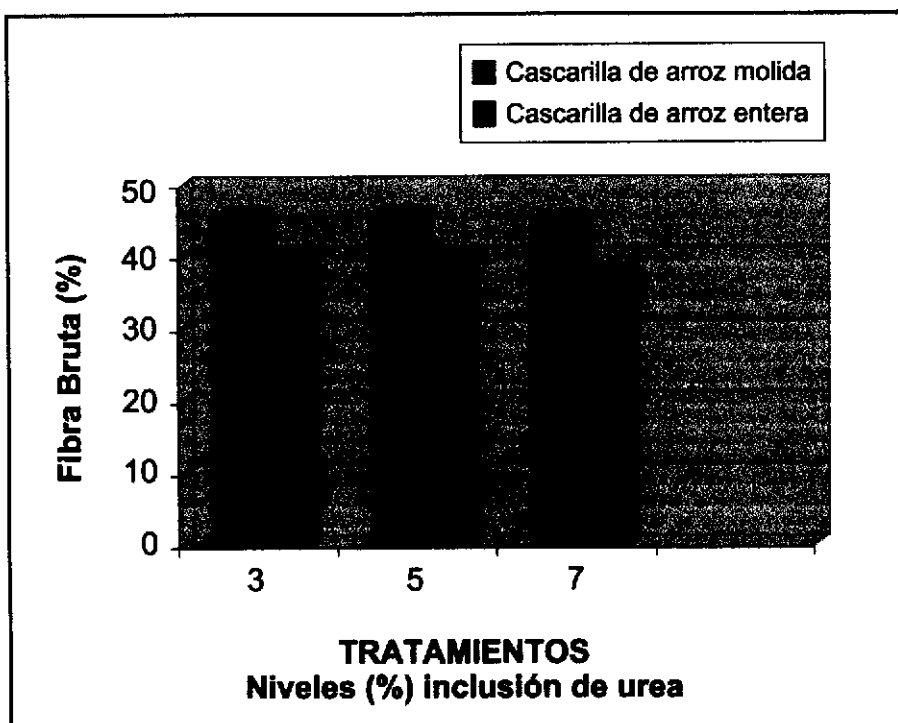
Tratamiento Urea (%)	Fibra bruta (%)
3	45.58
5	45.70
7	44.99

Estos valores se asemejan al contenido de fibra bruta (gráfico 5), de algunos forrajes tropicales, y/o subproductos; paja de *Avena sativa* 40.5 % follaje maduro de *Cenchrus ciliaris* 42.3 %; heno maduro de *Panicum maximum*, 40.3 %; heno maduro de *Cynodon dactylon* 40.8 %; tuza (olote) 36.5 % de *Zea mays*. (Vélez, 1997).





**Gráfico 5.** Variación porcentual del contenido de fibra bruta de la cascarilla de arroz molido y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7%).



**Gráfico 6.** Comparación de la variación porcentual del contenido de fibra bruta de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea (3, 5 y 7 %)

## 6.4 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 6).

**Cuadro 6.** 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	0.00248889	0.001244440	0.9955 NS
Error	6	1.66960000	0.27826667	
Total	8	1.67208889		

NS: No Significativo

En el cuadro 7 se aprecia que el contenido de cenizas no fue significativo entre los tratamientos, sufriendo un leve cambio entre los niveles de inclusión; siendo el tratamiento uno (3 % Urea) el de menor porcentaje (19.50 de cenizas) (Gráfico 7). Es decir, se alcanza una disminución de 0.42 unidades porcentuales al compararse el contenido de cenizas de la cascarilla de arroz molida y tratada; entre el tratamiento de menor a mayor nivel de inclusión de Urea (de 3 % a 7 % de Urea).

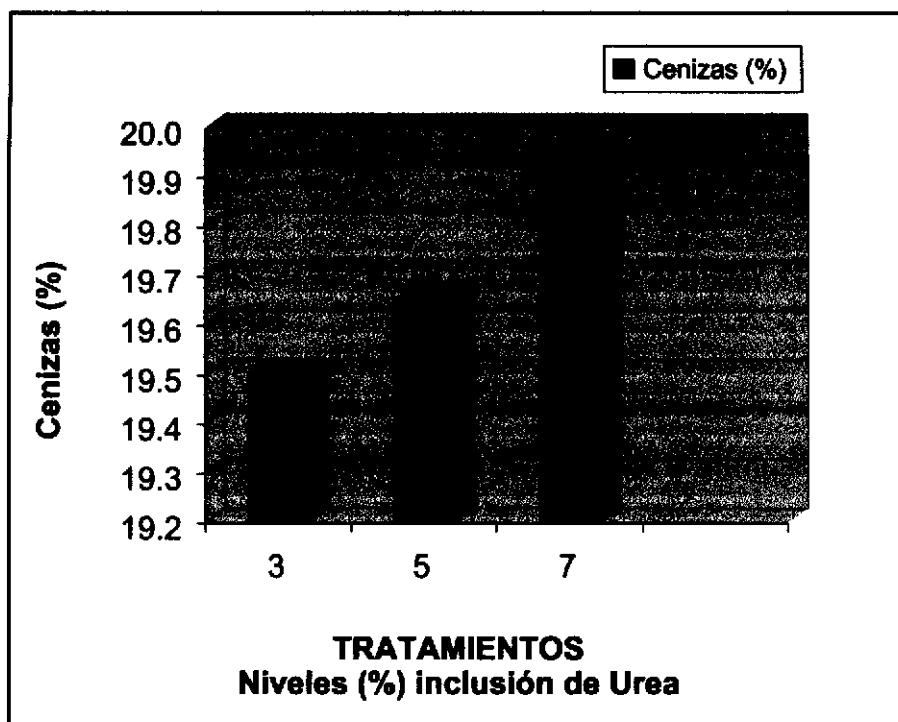
Concerniente al comportamiento de cenizas (%) en este ensayo se presentó cierta similitud al trabajo de Matus (2000); al reflejar una disminución de dicho contenido al compararse entre el mayor y menor nivel de utilización de Urea sobre la cascarilla de arroz. Sin embargo, cabe destacar que la media de cenizas en base a los tres niveles de inclusión de Urea; en este ensayo (cascarilla de arroz molida) fue de 19.69 (DE $\pm$  0.21);

en contraste el tenor de cenizas en promedio (24.09; DE +/- 0.62) reportado por Matus (2000); (Gráfico 8).

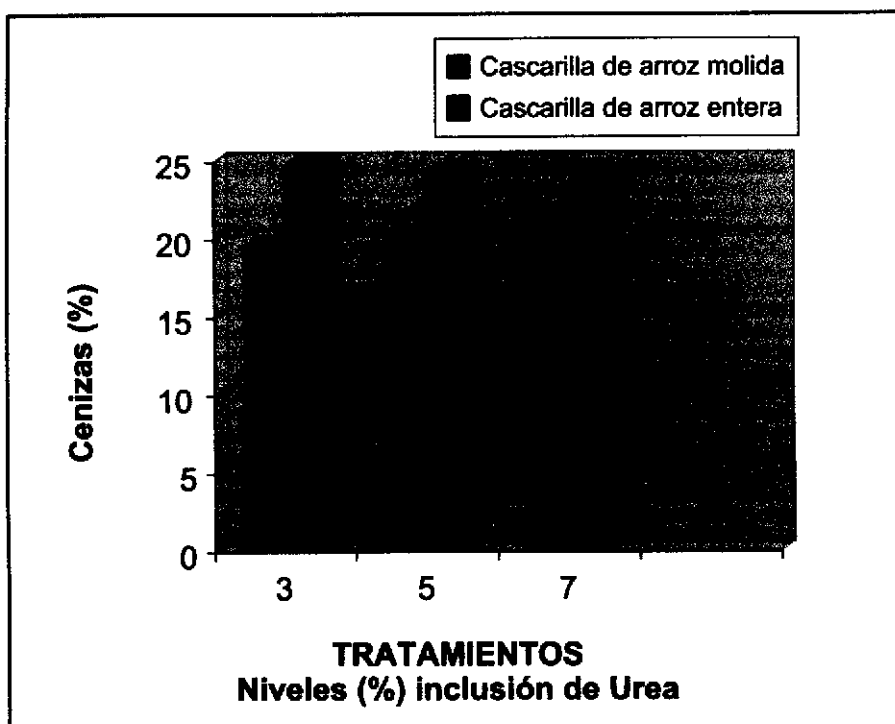
**Cuadro 7.** Comparación múltiple de medias usando Duncan, para la variable porcentaje de cenizas de la cascarilla de arroz molida, sometida a tres niveles de inclusión de Urea.

Tratamiento Urea (%)	Cenizas (%)
7	19.92 a *
5	19.65 a
3	19.50 a

\* Literales iguales no difieren estadísticamente.



**Gráfico 7.** Variación porcentual del contenido de cenizas de la cascarilla de arroz molida y tratado con diferentes niveles de Urea (3, 5 y 7 %)



**Gráfico 8.** Comparación de la variación porcentual del contenido de cenizas de la cascarilla de arroz molida y no molida, bajo diferentes niveles de inclusión de Urea.

### **6.5 Potencial de la cascarilla de arroz molida y tratada con Urea en la alimentación animal.**

Los resultados del análisis de este trabajo refuerzan la hipótesis sobre el potencial alimenticio de la cascarilla de arroz molida y 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 amplían y consolidan los conocimientos sobre los elementos de mayor aporte (PB %, Cenizas %) y el elemento limitante (FB %). Así mismo se cumple con uno de los primeros requisitos planteados por Ruiz (1980). Anexo 1 como es la generación de información básica dentro de un programa de investigación.

## VII CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir:

- El uso de Urea como tratamiento amoniacal sobre la cascarilla de arroz molida mejora la calidad nutritiva de este subproducto agroindustrial.
- La inclusión del 7 % de Urea, en la cascarilla de arroz molida mejoraron los resultados del contenido de proteína bruta, incrementándose el valor proteico en 41.2 % respecto al 3 % de inclusión.
- Los contenidos de fibra bruta y cenizas presentes en la cascarilla de arroz molida no manifestaron mejora alguna como resultado de los tratamientos amoniacaes utilizando Urea.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Hacer trabajos con otros tipos de subproductos de cosechas agroindustriales y/o cosechas, con el objetivo de brindar alternativas de bajo costo en la alimentación de rumiantes en verano.
2. Realizar trabajos de investigación donde se incluyan otros niveles de inclusión de Urea, para determinar el nivel óptimo que permita mejorar el valor nutricional de la cascarilla de arroz.

## IX. BIBLIOGRAFIA

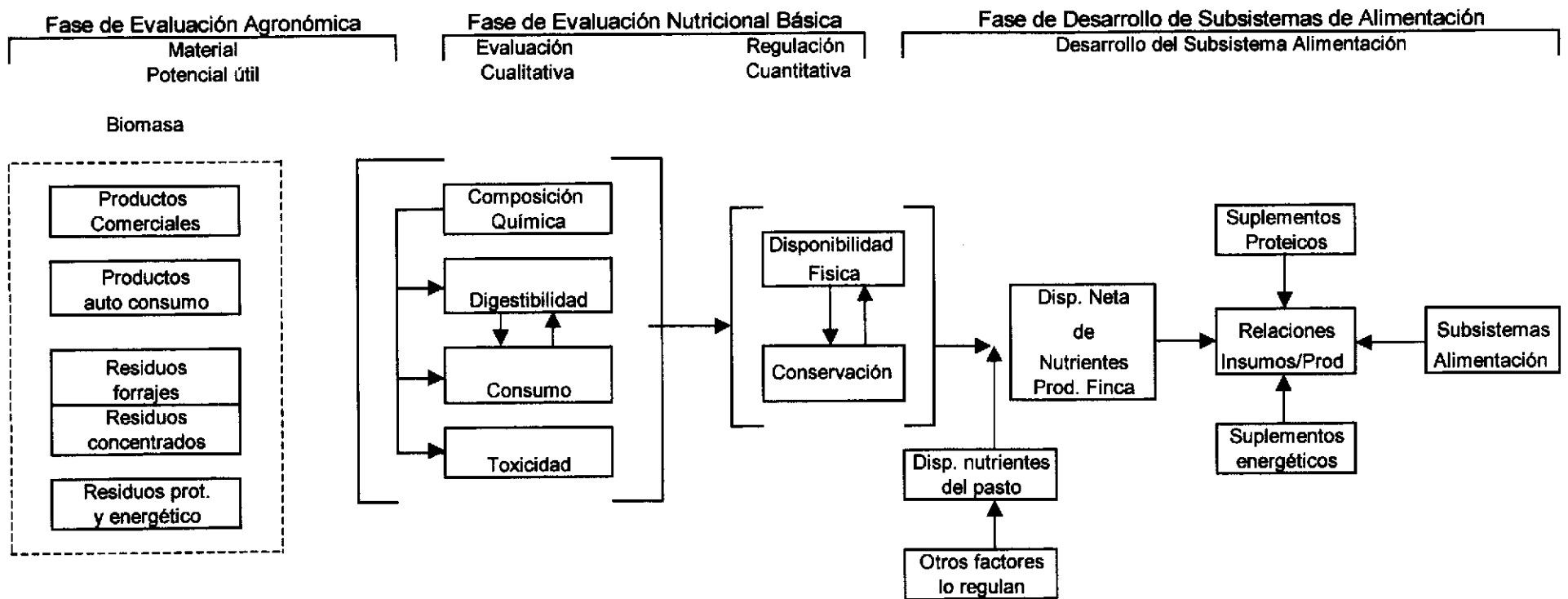
- Anrique, R. Parra, R. Van Soest, P. J. 1977. Digestibilidad de la fibra y de los solubles: efecto del consumo y la adaptación a la ración. ALPA. Memoria, 12: 33-38.
- Bucardo S., Corea C. Jacqueline. 2001. Evaluación del efecto de cuatro niveles de Urea (7, 9, 11, y 13 %) sobre la calidad nutritiva 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. 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.
- 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. 155 p.
- Ortega, C. G., Ruiz, L. N. 1999. Arroz podría encarecerse. La Prensa, 18-02- 1999. P. 1- A.
- Robertson, J. B., Van Soest, 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.
- Van Soest, P.J.; McCammon – Feldman B. 1984. Criterios para la evaluación nutritiva. 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.
- 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.

## **X. ANEXOS**

## Anexo 1. Esquema general de un programa de investigación (Ruiz, 1980)



## GLOSARIO

**MS:** Materia Seca

**EE:** Extracto Etéreo

**FB:** Fibra Bruta

**ELN:** Extracto Libre de Nitrógeno

**PB:** Proteína Bruta

**Ca:** Calcio

**P:** Fósforo

**ED:** Energía Digestible

**RAV:** Residuos Altamente Voluminosos

**Lignificados:** 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 se presenta en las paredes de las células epidérmicas y en la cutícula de las plantas.

**Silicificadas:** Es la presencia de altos contenidos de sílice.

**Celulosa:** Es el constituyente principal de las paredes de las células vegetales.

**Pulidura:** Es el residuo que se obtiene en el proceso del trillado del arroz al pulir el grano, conocido también como semolina.