

AMONIFICACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR  
(*SACCHARUM OFFICINARUM*. LAM)  
CON DISTINTAS PROPORCIONES DE UREA.

AMMONIFICATION SUGARCANE (*SACCHARUM OFFICINARUM*. LAN)  
WITH DIFFERENT PROPORTIONS OF UREA

LUIS E., GIMÉNEZ VELIZ<sup>1</sup>

**RESUMEN**

Con el propósito de evaluar la composición química de la caña de azúcar amonificada con distintas proporciones de urea, se realizó un ensayo en condiciones de bosque seco tropical. Se cortó la caña de azúcar, con una cosechadora acoplada al tractor, se pico en trozos de 3,1 centímetros aproximadamente. Los tratamientos fueron: T0= sin urea, T1= 1% urea, T2= 2% urea, T3= 3% urea. A 40 kg de caña se adiciono melaza y agua a razón de 4 % de cada uno, con las concentraciones de urea. Posteriormente la mezcla fue colocada en bolsas plásticas (10 kg), cerradas durante 30 días. Utilizando un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables medidas fueron contenidos de: materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y proteína cruda (PC) antes y después de la amonificación. Los valores de FAD no variaron en la caña de azúcar amonificada, mientras que los valores de MS estuvieron influenciados por las concentraciones de urea. La FND disminuyó al aumentar las concentraciones de urea (T3 71,9; T2 73,1; T1 74,2; T0 80,9%). El contenido de PC aumento cuando las concentraciones de urea fueron mayores (T0 3,5%; T1 9,2%; T2 9,4%; T3 13,6%).

**Palabras clave:** amonificación, caña de azúcar, materia seca, proteína cruda.

**ABSTRACT**

In order to evaluate the chemical composition of sugar cane ammoniated with different proportions of urea, a trial was conducted in a tropical dry forest. He cut sugarcane, coupled with a combine tractor will peak into pieces about 3.1 cm. The treatments were: T0 = no urea, T1 = 1% urea, T2 = 2% urea, T3 = 3% urea. A 40 kg of cane molasses and water was added at 4% each, with urea. Subsequently the mixture was placed in plastic bags (10 kg), closed for 30 days. Using a completely randomized design with four replicates per treatment. The variables measured were content: dry matter (DM), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and crude protein (CP) before and after ammonification. FAD values unchanged in ammoniated sugar cane, while MS values were influenced by urea. NDF decreased with increasing concentrations of urea (T3 71.9; T2 73.1; T1 74.2; T0 80.9%). CP content increased when urea concentrations were higher (T0 3.5%; T1 9.2%; T2 9.4%; T3 13.6%).

**Keywords:** ammonification, sugar cane, dry matter, crude protein.

(\*) Recibido: 30/05/2015

Aceptado: 11/09/2015

(1) Agropecuaria El Lindero C.A. Guanarito, Portuguesa, Venezuela

## INTRODUCCIÓN

En el trópico, la nutrición de rumiantes está basada principalmente en el uso de plantas forrajeras. Las situaciones climáticas de esta región permiten obtener altos beneficios productivos durante el lapso de lluvias, en pastizales manejados eficazmente. Por el contrario, durante el lapso de sequía, el crecimiento limitado o invalidado del pasto, unido a las características de calidad, valores contenidos de proteína cruda y elevadas concentraciones de pared celular que limitan el consumo prudencial.

La escases de forraje y la baja calidad durante el lapso de sequía, son los factores que mayormente inciden en los bajos rendimientos productivos de los rebaños rumiantes de las regiones tropicales. Habitualmente, el alto contenido de paredes celulares, altamente lignificadas y el bajo nivel proteico característicos de estos materiales forrajeros limitan el aprovechamiento ruminal y por ende el aporte de nutrientes al animal es limitado.

La caña de azúcar es potencialmente la gramínea de mayor rendimiento en biomasa por unidad de área (397tn/ha de materia seca) y de tiempo, superando a otras plantas de alto rendimiento como el maíz y el trigo. La capacidad de la caña de azúcar de mantener su digestibilidad con la madurez le proporciona una ventaja importante como alimento para los bovinos, especialmente durante la época seca cuando todas las otras gramíneas son poco disponibles y de baja calidad.

La caña amonificada es una alternativa de conservación de forrajes para pequeños y grandes productores, ya que esta estrategia aprovecha el efecto hidrolizante del amoníaco sobre los enlaces existentes entre la lignina y los polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas), la cual aumenta la disponibilidad de materia orgánica potencialmente utilizable por los microorganismos ruminales. Con este método se busca aumentar el nivel de proteína cruda del material tratado, debido a la fijación de una porción importante del amoníaco empleado en el tratamiento. Ambos cambios en la composición del forraje interactúan, la cual promueve la mayor digestibilidad reportada con esta práctica.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la amonificación con diferentes concentraciones de urea sobre los componentes químicos de la caña de azúcar.

## DESARROLLO:

### La caña de azúcar

La caña de azúcar es un cultivo tropical que se puede utilizar como forraje para la alimentación de los bovinos de carne y leche. Su contenido en proteína bruta es muy bajo (menor al 4.5% de la MS total), al igual que el de grasas (EE) que es inferior al 2%. Su alto valor de hidratos de carbono de tipo "estructurales" (celulosa, hemicelulosa) y lignina convierte a la caña de azúcar en un forraje voluminoso de mediana calidad (valor medio de 58,9% de nutrientes totalmente digestibles-NTD), con valores de proteína bruta muy bajos (valor medio 3,8%). (Manual Agropecuario 2002).

Es importante; al usar la caña como alimento, tener muy presente su bajo contenido de proteínas, debido a que los microorganismos del rumen necesitan fuentes proteicas para su multiplicación (proteína microbiana) y para lograr eficientes fermentaciones a nivel ruminal, además de las fuentes de energía y de minerales. A la vez, por ser una fuente de hidratos de carbono fácilmente fermentables, es necesario complementarla con una fuente proteica de rápida degradación. La urea puede ser una alternativa por su alta velocidad de degradación pero hay que tener cuidado con su toxicidad.

## LA AMONIFICACIÓN

La amonificación es una técnica o método que mejora la calidad energética (digestibilidad) y proteica, al incorporar nitrógeno al material (Combellas, 1986). El efecto de la amonificación es aumentar la digestibilidad del material y el contenido de nitrógeno como proteína cruda, debido a que al agregar la urea, una parte de esta se fija a carbohidratos estructurales. En términos generales, la amonificación puede duplicar el contenido de nitrógeno y aumentar considerablemente la digestibilidad de los residuos agrícolas fibrosos tratados con urea (Radulovich, 1994).

## EFFECTOS NUTRICIONALES DE LA AMONIFICACIÓN

Las bacterias y hongos que hacen parte de la flora ruminal pertenecen al reino vegetal y por efecto del consumo de cantidades mayores y uniformemente repartidas durante el día del nitrógeno no proteico fijado y disuelto en forma de amoníaco en la humedad del suplemento tratado, aumentan sensiblemente su población que para mantenerse activa requiere energía disponible de alta y rápida fermentación. De ellos depende que los rumiantes puedan aprovechar mejor los nutrimentos contenidos en los forrajes toscos y de baja digestibilidad que se producen normalmente en el trópico. La ruptura de las cadenas de lignocelulosa, causada por el amonificado, libera a la celulosa y a la hemicelulosa de la lignina, la cual permite que sea digeridas por la flora ruminal, como fuentes de energía. El amonificado conserva las proteínas verdaderas, sean estas fermentables en el rumen o sobrepasantes, contenidas originalmente en los materiales tratados (Preston y Leng, 1989)

## FUENTES DE ENERGÍA

Como fuentes de energía de alta y rápida fermentación están los azúcares contenidos en el jugo de la caña de azúcar, la melaza, el melote de trapiche panelero, la vinaza como residuo de la fabricación de licores a partir de la melaza, CMS (Condensado Soluble de Melaza) y las frutas maduras. También es fuente de energía el almidón contenido en las raíces, tubérculos, banano y el plátano verdes de desecho, granos y tortas de cereales, leguminosas y oleaginosas y en los subproductos de aceites con lo que se prepara los concentrados comerciales (Mancilla, 2002).

La amonificación permite conservar los almidones y azúcares de alto valor energético, en la forma original en la que se encuentran en el alimento, evitando su pérdida por fermentación al convertirse en alcoholes.

La amonificación permite la ruptura de las cadenas de lignocelulosa, libera a la celulosa y a la hemicelulosa de la lignina permitiendo que sean digeridas por la flora ruminal, como fuentes de energía.

La amonificación conserva las proteínas verdaderas, sean fermentables en el rumen, sobre pasante, contenidas originalmente en los materiales

tratados.

## PRODUCTOS PARA LA AMONIFICACIÓN

Existe una gran variedad de productos que pueden ser amonificados, estos productos son los siguientes:

Los pastos de corte si no son cosechados entre 45 - 60 días de rebrote pierden su calidad nutricional al sobre madurarse. La caña de azúcar integral y su cogollo es una alternativa exitosa para amonificar debido a que el 53% de este producto son carbohidratos no fibrosos, es decir, carbohidratos solubles cristalizables: sacarosa y azúcares no cristalizables: glucosa y fructosa (Mancilla, 2002).

Las frutas y verduras de desecho o excedentes se pueden amonificar: piña, lechosa, mango, guanábana, tomate, repollo, zanahoria, remolacha, pulpa de cítricos de guayabas, cáscaras frescas de parcha, cacao, café; son fuentes ricas en azúcares y en celulosa que pueden ser picadas, amonificadas y almacenadas evitando malos olores originados por su fermentación y descomposición; la contaminación de aguas y la atracción y proliferación de insectos y plagas nocivas para los cultivos propios o aledaños. Raíces y tubérculos como yuca, ñame, papa, sus cáscaras afrechos después de la industrialización frutos de bananos y plátanos verdes con sus tallos, vástagos y follaje semillas y granos de cereales de excedente o desecho son fuentes ricas de almidón del que se debe impedir su fermentación puesto que los rumiantes no pueden aprovechar los alcoholes como nutrimento. Las socas o residuos de cosecha de arroz, sorgo, maíz, que se producen en forma de heno pueden ser amonificados para mejorar su calidad nutritiva. También pueden ser productos de la amonificación la tuza del maíz, tortas y cascarillas de algodón, soya, girasol, maní, ajonjolí, palma africana (Botero, 1993).

## FUENTES DIRECTAS DE AMONIACO

Como fuente directa de amoníaco se consiguen comercialmente lo siguiente:

Amoníaco anhidro: gas puro derivado del petróleo se comercializa como gas licuado, por requerir de su empaque y almacenamiento en cilindros de alta presión.

Amoniaco Acuoso: producto líquido a presión atmosférica, compuesto de amonio disuelto y fijado en agua en concentración de 30%

#### FUENTES INDIRECTAS DE AMONIACO

**Urea:** fertilizante sólido granulado que contiene 46% de nitrógeno y se utiliza en la fertilización de cultivos y gramíneas forrajeras introducidas mejoradas de corte y pastoreo. La fórmula estructural de la urea es un fertilizante orgánico sintético carbamida; que al hacer contacto con el agua se transforma en gas amoniaco y gas dióxido de carbono. El gas amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) es el que produce el proceso de amonificación; por lo tanto se exige que el producto a someter a este proceso debe estar herméticamente cerrado para evitar el escape de gas amoniaco. Para esto se requiere de plástico polietileno calibre 8, libre de orificios (Botero, 1993).

#### EXCRETAS SECAS DE AVES

Se hace necesario distinguir las diferentes fuentes de este subproducto, su composición y como se comercializan actualmente:

**Gallinaza:** la mezcla de excretas, alimento de desperdicio, huevos quebrados, plumas y material fibroso seco utilizado como cama, en las fases de levante de pollas para producción de huevo (acumulada durante 18 a 22 semanas) y de gallinas de posturas en piso (acumulada durante 50 semanas).

**Pollinaza:** es la mezcla de excretas, alimento de desperdicio, plumas y material fibroso y seco, utilizado como cama, en la fase de engorde de pollos en piso (acumulada durante 6 a 7 semanas).

**Excretas:** es la mezcla de excretas, alimento de desperdicio, plumas y huevos quebrados, sin material de cama. Es producida por gallinas de postura en jaula (acumulada por tiempo variable).

**Orina:** Es fuente de urea y de ácido úrico, de mínimo costo, lo difícil es su recolección fresca y separarla del estiércol, y la poca disposición del personal que la intenten utilizar para la amonificación de suplementos fibrosos. Se utiliza en forma artesanal en el continente asiático, para amonificar pajas de cereales al sumergirlas en la orina y almacenarlas luego cubiertas herméticamente con polietileno (Preston y Leng, 1989).

#### BENEFICIOS DE LA AMONIFICACIÓN

Los beneficios de la amonificación son los siguientes:

**Beneficios económicos:** mejora los índices productivos y por ende los ingresos de la familia rural. Es una ración que parte con recursos disponibles localizadas en la finca, incrementa los valores de proteína cruda; en vacas lactantes, la producción de leche puede incrementar hasta un 40%.

**Beneficios sociales:** existe la participación de mano de obra.

#### VENTAJAS DE LA AMONIFICACIÓN

Los beneficios de la amonificación son los siguientes:

- Mejora la digestibilidad de los forrajes toscos.
- Incrementa el contenido de proteína bruta de los materiales tratados.
- Aumenta el consumo de los forrajes toscos, los cuales son de alta disponibilidad durante la época seca.
- Es uno de los tratamientos más prácticos para el mejoramiento de la calidad nutritiva de los rastrojos y el de más fácil aplicación en la finca de pequeños y medianos productores.

#### DESVENTAJA DE LA AMONIFICACIÓN

Existe el riesgo de que por el excesivo y continuo sobrecalentamiento del material amonificado húmedo no compactado, almacenado herméticamente y expuesto al sol directo, se produzca la sustancia tóxica denominada METIL IMIDAZOLE, que causa incoordinación motora e histeria en los rumiantes que consumen los suplementos amonificados (Preston y Leng, 1989). Por tal motivo se insiste a todo lo largo de este escrito en hacer las pilas o torres del material amonificado bajo techo o bajo la sombra densa de árboles. Puede ser irritante para la mucosa de los operadores, por lo tanto, requiere ser transportado en cilindros especiales a alta presión, generalmente para uso industrial y su adquisición puede dificultarse en el medio rural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Agropecuaria El Lindero C.A, la cual se encuentra en el bosque seco tropical y está entre. Ubicada en la carretera km 23 vía la capilla, sector Cogollal, Municipio Papelón, Estado Portuguesa. La empresa cuenta con 957,13 Has, está consagrada a la producción de leche con una ganadería especializada para tal fin, y a la cría y reproducción de una ganadería certificada por ASOCEBU como lo es la raza Brahmán Blanco y F1 de Brahmán Blanco X Holstein, también con un rebaño de Cría Brahmán Blanco, es decir, que opera como Centro de Recría especializado. Para ello implementa avanzadas técnicas de reproducción asistida tales como Inseminación Artificial (IA), Transferencia de Embriones (TE) y Fertilización In-vitro (FIV), mediante el uso de semen importado y nacional de alto valor Genético, con el objetivo de incrementar la eficiencia genética del rebaño bovino.

### RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Para evaluar el proceso de amonificación de la caña de azúcar, se procedió de la siguiente forma:

1. Se cortó la caña de azúcar, con una cosechadora acoplada al tractor se pico en trozos de 3,2 cm aproximadamente.
2. Se tomaron muestras de materia verde para determinar la composición química en base a: materia seca, proteína cruda, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, antes de amonificar.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental usado fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento. Se utilizaron cuatro tratamientos distribuidos de la siguiente forma:

T0= CP%+agua%+melaza% (testigo)

T1= CP%+agua%+melaza%+1% de urea.

T2= CP%+agua%+melaza%+2% de urea.

T3= CP%+agua%+melaza%+3% de urea.

Donde CP: caña picada.

Para cada tratamiento se utilizó 40 kg melaza, 1000kg de caña picada en proporción 1:1, se agregaron las diferentes raciones de urea y se le adicionó una relación de agua al 4. El material se preparó a razón de 10 kg, se colocó en bolsa plástica y se compactó manualmente para la extracción del aire.

La fase experimental tuvo una duración de 30 días, lo cual se le tomó un muestreo a cada tratamiento y se le realizó el debido análisis de laboratorio para así comprobar los valores de la muestra.

Las variables evaluadas fueron: proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), y porcentaje de materia seca (MS), de la caña de azúcar amonificada.

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico statistix, en donde a estos se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición química de la caña de azúcar antes de amonificar.

La caña de azúcar presentó valores aceptables (Cuadro 1) en cuanto a materia seca (MS 31,33%), debido a que este cubre los requerimientos de un bovino adulto con base a su peso vivo. Mientras que el contenido de proteína cruda fue muy bajo (PC 3,35%) y no satisface esos requerimientos (Manual agropecuario 2002). También presentó valores de fibra ácido detergente (FAD 47,01) y fibra neutro detergente (FND 68,98).

**Cuadro 1. Composición química de la caña de azúcar antes de amonificar**

Descripción	Valor %
MS	31,33
PC	3,35
FAD	47,01
FND	68,98

## MATERIA SECA

El porcentaje de materia seca de los tratamientos presentó diferencias ( $P < 0,05$ ). El tratamiento T3 (30,3%) fue superior, en comparación con T2 (27,8%), T1 (25,7), T0 (28,8%) (Cuadro 2), estos resultados contrastan con los logrados por Pérez (2008), en donde no obtuvo diferencia entre los tratamientos en cuanto a porcentaje de materia seca, en la amonificación de *Saccharum officinarum*. La

**Cuadro 2. Porcentaje de materia seca (% MS) de la caña de azúcar**

Tratamiento	% MS
0	28,8 ab
1	25,7 b
2	27,8 ab
3	30,3 a
<b>Promedio</b>	<b>28,1</b>

Medidas acompañadas de letras distintas en la misma columna presentaron diferencias (Tukey,  $P < 0,05$ ).

## FIBRA ACIDA DETERGENTE, FIBRA NEUTRO DETERGENTE.

La amonificación con distintas concentraciones de urea en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*. Lam) no produjo diferencia ( $P > 0,05$ ) en el contenido de fibra ácido detergente (Cuadro 3), sin embargo el contenido de fibra neutro detergente disminuyó ( $P < 0,05$ ) A medida que el contenido de urea fue mayor (T3 79,9%; T2 73,1%; T1 74,2; T0 80,9%), esto se debe a que hubo entre los contenidos celular (celulosa) que es muy digestible y la pared celular (celulosa) que es indigestible, resultados que coincide con Arias y Rodríguez (2004), en donde obtuvieron disminución de la fibra neutro detergente (77,11; 77,19 y 72,41 %) a medida que incrementaban el nivel de urea, en el bagazo de caña de azúcar amonificada.

**Cuadro 3. Porcentaje de fibra ácido detergente (% FAD) y fibra neutro detergente (FND) de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*. Lam) amonificada.**

Tratamiento	FAD %	FND %
0	58,4 a	80,9 a
1	54,8 a	74,2 ab
2	54,1 a	73,1 b
3	53,1 a	71,9 b
<b>Promedio</b>	<b>55,1</b>	<b>75,0</b>

Medias acompañadas de letras distintas en la misma columna presentaron diferencias (Tukey,  $P < 0,05$ ) y medias acompañadas de letras iguales en la misma columna presentaron diferencias (Tukey,  $P > 0,05$ )

## PROTEÍNA CRUDA

El contenido de proteína cruda aumento significativamente ( $P < 0,01$ ) a medida que la concentración de urea fue mayor (T3 13,6%), por lo tanto, en el proceso ocurrió hidrólisis de la urea, que provocó la incorporación de nitrógeno para la síntesis de proteína en el material (cuadro 4), resultando que coincide con Pérez (2008), en donde obtuvo resultados de 13,9 de proteína cruda, con 3% de urea en *Saccharum officinarum*. Lam amonificada.

**Cuadro 4. Porcentaje de proteína cruda (% PC) de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*. Lam) amonificada**

Tratamiento	% PC
0	3,5 c
1	9,2 b
2	9,4 b
3	13,6 a
<b>Promedio</b>	<b>8,93</b>

Medias acompañadas de letras distintas en la misma columna presentaron diferencias (Tukey,  $P < 0,01$ ).

## CONCLUSIONES

La caña de azúcar sin ningún tratamiento, contiene niveles bajos de proteína cruda (PC), con la amonificación estos niveles aumentaron favorablemente, siendo esta una de las estrategias para mejorar la calidad proteica de esta gramínea.

La MS de la caña de azúcar se ve afectada favorablemente, a medida que se aumentan las proporciones de urea.

Los valores de FAD no se vieron afectados por las proporciones de urea en el proceso de amonificación de la caña de azúcar, en cuanto a la FND disminuyó cuantiosamente al incrementar las proporciones.

Continuar realizando trabajos con mayor profundidad en cuanto a la amonificación, ya que esta es una de las técnicas donde se mejoran los valores nutricionales de los forrajes, que se encuentran en estado de lignificación, optimizando su estado nutricional.

Pérez, F. 2008. Amonificación de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*. Lam) con diferentes concentraciones de urea. Trabajo de tesis no publicado. Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. (UNELLEZ). Guanare.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Botero, R. 1993. La amonificación, una opción artesanal para la conservación y mejoramiento de suplementos utilizados para rumiantes en el trópico, Departamento de Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Combella L., J. 1986. Alimentación de vacas lecheras en el trópico. (pp 194). Fundación Inlaca, Valencia.
- Manual Agropecuario 2002. Biblioteca del Campo. (pp 300-305) . Maracay estado Aragua Venezuela: Importaciones colon C.A
- Mancilla, L. E 2002. La agricultura forrajera sustentable. Litografía Megagraf, C.A. (pp 268). Barquisimeto, Venezuela.
- Radulovich R, 1994. Tecnologías productivas para síntesis agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. CATIE 8ed) Turrialba Costa Rica.