

**Efecto de la adición de heno, tuza, urea y
gallinaza sobre el pH y la materia seca, en el
ensilaje de caña de azúcar**

**Deyvin Chávez Rodríguez
Edgar Francisco Ponce**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto de la adición de heno, tuza, urea y gallinaza sobre el pH y la materia seca, en el ensilaje de caña de azúcar

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Deyvin Chávez Rodríguez
Edgar Francisco Ponce

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Efecto de la adición de heno, tuza, urea y gallinaza sobre el pH y la materia seca, en el ensilaje de caña de azúcar

Presentado por:

Deyvin Chávez Rodríguez
Edgar Francisco Ponce

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director de la Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador de Área Temática de
Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Chávez, D. H.; Ponce, E. F. 2008. Efecto de la adición de heno, tuza, urea y gallinaza sobre el pH y la materia seca, en el ensilaje de caña de azúcar. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 12p.

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de diferentes alternativas de secado y reguladores de pH en el ensilaje de caña de azúcar. Como regulador de pH se utilizó la urea con inclusiones de 0, 1, 2, 3% en el primer estudio. En el segundo se utilizaron como materiales secantes, heno molido, tuza molida y gallinaza cada una a razón 0, 5, 10, 15 y 20% de inclusión. La tuza no pudo ser utilizada al 20% por su baja densidad. Se usaron tres repeticiones para cada tratamiento. En ambos experimentos se determinó el contenido de materia seca y pH. La urea no presentó efecto en el contenido de materia seca ($p < 0.05$), sin embargo el pH aumentó ($p < 0.05$) a medida que aumentaban los niveles de inclusión de urea. Una inclusión de 3% de urea produjo un ensilaje con un pH de 4.5 siendo este mayor al rango óptimo (3.8-4.2) para un ensilaje. Todos los materiales secantes aumentaron el contenido de materia seca ($p < 0.05$) y este aumento fue directamente proporcional al nivel de inclusión de cada uno de los materiales secantes (tuza, heno y gallinaza). Sin embargo los ensilajes de los diferentes materiales secantes mantuvieron niveles de pH dentro del rango óptimo (3.8-4.2), siendo la tuza (pH= 3.86) la que presentó el pH más bajo ($p < 0.05$) en comparación al heno molido (pH= 3.96) y la gallinaza (pH= 4.02). Se recomienda la inclusión de 10-15% de material secante en el proceso del ensilaje de caña de azúcar.

Palabras clave: Aditivo, alimentación de rumiantes, conservación de forrajes.

ABSTRACT

Chávez, D.H.; Ponce, E.F. 2008. Effect of the hay addition, corn husk, urea and poultry manure on the pH and the dry matter, in the silage of sugar cane. Special project of the program of Engineer Agronomist, Pan-American Agricultural School, the Zamorano. 12p.

The objective the study was to determine the effect of different drying alternatives and of pH regulators in the process of making sugar cane silage. Urea was use as a pH-regulator with inclusions of 0, 1, 2 and 3% in the first study. In the second ground hay, ground corn husk and poultry manure were used as drying materials, each at a rate of 0, 5, 10, 15 and 20% of inclusion. Corn husk could not be used at 20% because it's low density. Three replicates were used for each treatment. In both experiments dry matter and pH were determined. The urea affected the content of dry matter ($p < 0.05$), however its effect had little biological impact. Furthermore pH increased ($p < 0.05$) with respect with level of inclusion of urea, where an inclusion of 3% of urea produced a silage with a pH of (4.5) level that surpasses the optimum range for pH (3.8-4.2) in silages. All the drying materials increased the content of dry matter ($p < 0.05$) and these increments were directly proportional to the level of inclusion of each drying materials (corn husk, hay and poultry manure). Nevertheless, the silages of the different drying materials maintained pH levels within the optimal range of pH (3.8-4.2), being corn husk (pH=3.86) the one that presented the lowest pH ($p < 0.05$) in comparison to hay (pH=3.96) and poultry manure (pH=4.02). The inclusion of 10-15% of drying materials in the process of the ensiling sugar cane is recommended.

Key Words: Additive, feeding of ruminant, forage conservation.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen.....	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadro y Anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
5 BIBLIOGRAFÍA.....	9
6 ANEXOS.....	10

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1.	Porcentaje y peso de los tratamientos con urea para cada tubo de 1.6 kg..... ..	3
2.	Porcentaje y peso de los tratamientos de heno, tuza y gallinaza para cada tubo de 1.6 kg..... ..	4
3.	Efecto de 0, 1, 2 a 3% de urea sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar..... ..	6
4.	Efecto de la gallinaza, heno y tuza sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar..... ..	6
5.	Efecto de la gallinaza, heno y tuza al 0, 5, 10, 15 y 20% sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar..... ..	7
Anexo		
1.	Cantidad de materia seca en la caña de azúcar con diferentes niveles de inclusión de urea..... ..	10
2.	Cantidad de materia seca en la caña de azúcar con diferentes niveles de inclusión de heno, tuza y gallinaza..... ..	11

1. INTRODUCCIÓN

El ensilaje es un proceso de fermentación natural de un material vegetal en un medio anaeróbico, tiene como objetivo conservarlo para utilizarlo en una época en la cual la disponibilidad de pasto es baja. Este proceso es muy eficiente y pierde menos valor nutritivo que otros procesos de conservación (Ruiz 2002).

El pH puede ser usado como un indicador de la calidad de la fermentación de los ensilajes. El pH debe oscilar entre 3.8 y 4.2. Esto se obtiene en condiciones anaeróbicas, lo cual permite la proliferación de bacterias lácticas que fermenta los azúcares solubles (Rook y Thomas 1981).

La caña de azúcar tiene muchas ventajas para las diferentes variantes de integración agricultura-ganadería. Esto se debe a factores como la amplia adaptación a condiciones edafoclimáticas, la capacidad de mantener su digestibilidad con la madurez, especialmente durante la época seca cuando todas las otras gramíneas son poco disponibles y de baja calidad como alimento para los bovinos. Adicionalmente la caña de azúcar es una de las gramíneas de mayor rendimiento en biomasa por unidad de área (90tm/ha de materia seca; Hincapié *et al.* 2003).

En la caña de azúcar se presenta una contradicción que no se da en otras especies vegetales: una alta concentración de azúcares solubles y a la vez, un alto contenido de fibra. Al analizar la planta entera, hay una gran fracción con alto porcentaje de fibra y baja concentración de azúcares, representada por el conjunto de cogollo (puntas) y paja (hojas secas) mientras que el tallo es alto en fibra y azúcares (Martín 2004). Al ensilar la caña de azúcar hay que considerar que el resultado será un ensilaje de menores proporciones de azúcares ya que estos serán en parte transformados a otros productos como el ácido láctico que pueden tener un menor valor nutritivo.

En el ensilaje de caña de azúcar se presenta una rápida reducción en el pH por el alto contenido de azúcares solubles, sin embargo, estos a su vez son un sustrato ideal para el crecimiento de levaduras y consecuentemente un alto contenido de alcohol y poco ácido láctico, lo que afecta la calidad del ensilaje. Aditivos como amoníaco, urea ó hidróxido de sodio, han sido utilizados para reducir las pérdidas del ensilaje (Alvarez y Preston 1976). El tamaño de la partícula influye sobre la proceso de fermentación, para obtener un proceso adecuado el largo oscila alrededor de un cm (Velez *et al.* 2002).

El ensilaje de caña de azúcar tiene un contenido de materia seca entre el 25-27% por esta razón es necesario usar material secante, para elevar el contenido de materia seca y asegurar un mejor proceso de ensilado¹. Para este fin se han usado diferentes materiales que absorben humedad como: heno (90% materia seca), gallinaza de piso (89% materia seca; Gálvez 2008) y tuza (80% materia seca). Basado en esta información se decidió determinar el efecto de la tuza, la gallinaza y el heno sobre el secado y de la urea sobre el pH del ensilaje de caña de azúcar.

¹Comunicación personal. Ensilaje de Caña de Azúcar. 2008. Isidro Matamoros, Ph. D. Escuela Agrícola Panamericana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante febrero y marzo del 2008 en la hacienda Santa Elisa, localizada en la aldea San Juan de Linaca a 12 km de Danlí, Departamento de El Paraíso. A una altura de 800 msnm, con una precipitación de 1600 mm y una temperatura promedio de 21 °C.

La caña de azúcar se cultivó en el valle de Jamastrán, departamento de El Paraíso, la variedad utilizada fue Mexicana 17-02, la edad a corte fue de aproximadamente 12 meses. El material de cama en la gallinaza fue aserrín, la fuente de tuza fue de rastros del cultivo de maíz de la hacienda, el heno fue de pasto *Brachiaria brizantha*.

Se usaron tubos de PVC de 10 cm de diámetro × 30 cm de largo con volumen de 2.3 litros; se llenaron 54 tubos con 1.6 kg de ensilaje con una densidad 0.70 g/cm³. Los silos fueron sellados con neumático el cual se recortó para cubrir el área de la boca del tubo, se le colocó encima cinta adhesiva y una cuerda, para evitar la entrada de aire. El primer experimento fue el de inclusión de urea en cuatro niveles (0, 1, 2 y 3%) con el ensilaje de caña de azúcar, se usaron cuatro tratamientos con tres réplicas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje y peso de los tratamientos con urea para cada tubo de 1.6 kg.

Aditivo	%		Materiales a ensilar (g)	
	Adición	Caña de azúcar	Urea	Caña de azúcar
Urea	0	100	0	1,600
Urea	1	99	16	1,584
Urea	2	98	32	1,568
Urea	3	97	48	1,552

En el segundo experimento se utilizaron tres materiales secantes (heno, tuza y gallinaza) en cinco diferentes proporciones 0, 5, 10, 15 y 20%; para la tuza no se utilizó el 20% debido a que el tamaño de la partícula no lo permitió, el total de tratamientos fue de 14 con tres repeticiones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje y peso de los tratamientos de heno, tuza y gallinaza para cada tubo de 1.6 kg.

Material Secante	%		Cantidad a ensilar en (g)	
	Adición	Caña de azúcar	Material	Caña de azúcar
Heno	0	100	0	1,600
Heno	5	95	80	1,520
Heno	10	90	160	1,440
Heno	15	85	240	1,360
Heno	20	80	320	1,280
Tuza	0	100	0	1,600
Tuza	5	95	80	1,520
Tuza	10	90	160	1,440
Tuza	15	85	240	1,360
Gallinaza	0	100	0	1,600
Gallinaza	5	95	80	1,520
Gallinaza	10	90	160	1,440
Gallinaza	15	85	240	1,360
Gallinaza	20	80	320	1,280

Una vez elaboradas las 54 muestras, fueron trasladadas al Zamorano para hacer las determinaciones de materia seca y pH. Se esperó 28 días para abrir los silos y realizar las pruebas. Se tomaron cuatro submuestras por cada muestra: dos de 25 gramos y dos de 100 gramos. Para medir pH se pesaron 25 gramos y se mezclaron con 100 ml de agua destilada, se agitó la solución y se midió el pH; para determinar la materia seca se tomaron 100 gramos del material, el que se colocó dentro de una bolsa de papel que se llevó al horno para un secado a 105 °C durante 72 horas (A.O.A.C. 1970).

Para el experimento de la urea se usó un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro niveles de inclusión con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados se analizaron con el programa Statistical Analysis System V.2007[®] (SAS 2007). Se realizó el análisis de varianza ANDEVA y la separación de medias se hizo por el método de Duncan. Se normalizaron los datos de pH con antilogaritmo y se compararon las medias con una diferencia mínima significativa ($p < 0.05$).

Para analizar el efecto de la adición de los materiales secantes se utilizó un arreglo factorial de 3×5 donde el primer factor fue el tipo de material (heno, gallinaza y tusa), y el segundo factor fue el nivel de inclusión (0, 5, 10, 15 y 20%) del material.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de urea en todos sus niveles aumentó ($p < 0.05$) el contenido de materia seca del ensilaje de caña de azúcar, sin embargo, este cambio carece de importancia biológica ya que un buen proceso de ensilado requiere de un contenido de materia seca mayor a 30% para asegurar un proceso adecuado de ensilado y evitar lixiviación de sus nutrientes (Graves y Vanderstappen 1993). El pH aumentó ($p < 0.05$) en forma directamente proporcional a la inclusión de la urea pasando de 3.77 a 4.48 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de 0, 1, 2 a 3% de urea sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar.*

Urea %	Materia seca (%)	pH
0	27.17 ^a	3.77 ^a
1	28.50 ^b	3.93 ^{ab}
2	28.67 ^b	4.05 ^b
3	28.93 ^b	4.48 ^c

* Medias en la misma columna con letras diferentes difieren entre si ($p < 0.05$).

La adición de gallinaza, heno y tuza no afectó ($p > 0.05$) el contenido de materia seca del ensilaje; en el caso del pH este fue menor ($p < 0.05$) cuando se adicionó tuza, sin embargo, todos los tratamientos presentaron un pH aceptable entre 3.5 y 4.0 (Maasdorp y Titterton 1997; Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la gallinaza, heno y tuza sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar.*

Secante	Materia Seca (%)	pH
Gallinaza	31.58 ^a	4.02 ^a
Heno	30.57 ^a	3.96 ^a
Tuza	30.08 ^a	3.86 ^b

* Medias en la misma columna con letras diferentes difieren entre si ($p < 0.05$).

El nivel de inclusión de los materiales secantes aumentó el contenido de materia seca ($p<0.05$) y elevó el pH ($p<0.05$). A partir del 10% de inclusión, en todos los materiales secantes (tuza, heno y gallinaza) se observó un incremento en el contenido de materia seca ($p<0.05$). La inclusión del 15 y 20% de los materiales secantes produjo los mayores contenidos de materia seca ($p<0.05$). De igual forma el pH aumentó a medida que aumentó la inclusión de los materiales secantes ($p<0.05$), observándose un aumento en el nivel de pH que aun cuando fue significativo se mantuvo en niveles aceptables con excepción del 20% de adición que tuvo un pH mayor de 4 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la gallinaza, heno y tuza al 0, 5, 10, 15 y 20% sobre el contenido de materia seca y pH del ensilaje de caña de azúcar.*

%	Materia seca (%)	pH
0	27.56 ^a	3.72 ^a
5	27.28 ^a	3.87 ^{bc}
10	31.17 ^b	3.98 ^{bc}
15	34.67 ^c	4.04 ^c
20	34.53 ^c	4.24 ^d

*Medias en la misma columna con letras diferentes difieren entre si ($p<0.05$).

4. CONCLUSIONES

- La adición de urea tiene un efecto leve sobre el contenido de materia seca. Su inclusión aumentó el pH del ensilaje.
- La adición de tuza molida, gallinaza y heno molido tienen efecto directamente proporcional sobre el contenido de materia seca y el pH del ensilaje de caña de azúcar.

RECOMENDACIONES

- Hacer un análisis económico del uso de tuza, heno y gallinaza en el ensilaje de caña de azúcar como materiales secantes y su aporte nutricional.
- Adicionar 10-15% de tuza, heno o gallinaza como materiales secantes al ensilaje de caña de azúcar.
- Repetir el ensayo haciendo una amoniatación previa al heno y la tuza para aumentar su digestibilidad y contenido proteico.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez F. J. y Preston T.R. 1976. Estudios sobre la utilización de la caña de azúcar en dietas de caña: Efecto del nivel. *Producción Animal Tropical*: 202-209.

A.O.A.C. 1970. *Official methods of analysis*. 11th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C., USA. p.1045.

Gálvez, LD. 2008. Composición nutricional de la gallinaza de piso. Consultado 6 may. 2008. Disponible en:
http://www.mundo-pecuario.com/tema60/monogastricos/gallinaza_piso-299.html

Graves, R.E.; Vanderstappen, P.J. 1993. "Environmental Problems with Silage Effluent." *Silage Production from seed to animal*. Syracuse: NE Regional Agric. Eng. Service.

Hincapié; B. Franco LH; Peters, M; Schmidt A. 2003. *Especies Forrajeras Multipropósito: Opciones para Productores de Centroamérica*. Cali, Colombia. Centro internacional de Agricultura Tropical. 114 p. (Publicaciones CIAT no. 333).

Maasdorp, B. y Titterton, M. 1997. Nutritional improvement of maize silage for dairying: mixed-crop silages from sole and intercropped legumes and a long-season variety of maize. 1. Biomass yield and nutritive value. *An. Fd. Sci. Techn.* p. 241-261.

Martin, PCM. 2004. *La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos*. Ed. Morffi, ME. La Habana, Cuba. Editorial del Instituto de Ciencia Animal. 193 p.

Rook J.A.F y Thomas P.C. 1981. *Ensilaje para producción de leche*. Trad. E. Cardozo. Montevideo, Uruguay. Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. 176 p.

Ruiz, C. 2002. *Ensilaje y silos para pastos abrevaderos para ganado*. 4 ed. Bogotá, Colombia. Tema de orientación agropecuaria. 83p.

SAS. V.2007[®]. *SAS Users Guide*. Statistical Analysis Institute Inc., Cary, NC.

Vélez, M.; Hincapié, J. J.; I. Matamoros; R. Santillán. 2002. *Producción de ganado lechero en el Trópico*. 4ª ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 320 p.

6. ANEXOS

Anexo 1. Cantidad de materia seca en la caña de azúcar con diferentes niveles de inclusión de urea.

%	REP	%			pH1	pH2	pH
		MS1	MS2	MS			
0	1	26	27	26.5	3.8	3.7	3.75
0	2	27	28	27.5	3.9	3.8	3.85
0	3	27	28	27.5	3.8	3.6	3.7
1	1	29	28	28.5	3.9	4	3.95
1	2	28	29	28.5	3.9	3.9	3.9
1	3	29	28	28.5	3.9	4	3.95
2	1	29	29	29	4	4	4
2	2	28	29	28.5	4.1	4	4.05
2	3	28	29	28.5	4.1	4.1	4.1
3	1	29.6	28.8	29.2	4.8	4.9	4.85
3	2	28.8	28	28.4	4.3	4.1	4.2
3	3	29.6	28.8	29.2	4.4	4.4	4.4

MS1 = Materia Seca de la muestra número 1

MS2 = Materia Seca de la muestra número 2

MS= Promedio de la muestra 1 y muestra 2

pH1 = pH de la muestra número 1

pH2 = pH de la muestra número 2

pH = Promedio del pH de la muestra 1 y 2

REP = Repeticiones

Anexo 2. Cantidad de materia seca en la caña de azúcar con diferentes niveles de inclusión de heno, tuza y gallinaza.

SEC	%	REP	%			pH1	pH2	pH
			MS1	MS2	MS			
Hen	0	1	28	26	27	3.7	3.6	3.65
Hen	0	2	29	29	29	3.8	3.8	3.8
Hen	0	3	27	28	27.5	3.7	3.7	3.7
Hen	5	1	26	25	25.5	4	4.2	4.1
Hen	5	2	26	25	25.5	4.1	3.8	3.95
Hen	5	3	28	27	27.5	3.7	3.8	3.75
Hen	10	1	30	32	31	4.1	4	4.05
Hen	10	2	31	27	29	3.9	3.8	3.85
Hen	10	3	29	33	31	3.9	4	3.95
Hen	15	1	33	34	33.5	4	4	4
Hen	15	2	37	35	36	4.1	4	4.05
Hen	15	3	34	34	34	4	3.9	3.95
Hen	20	1	32.8	34.4	33.6	4.2	4.3	4.25
Hen	20	2	31.2	30.4	30.8	4.5	4.1	4.3
Hen	20	3	38.4	36.8	37.6	4.1	4.1	4.1
Tuz	0	1	26	27	26.5	3.7	3.8	3.75
Tuz	0	2	27	28	27.5	3.7	3.6	3.65
Tuz	0	3	27	28	27.5	3.6	3.8	3.7
Tuz	5	1	27	28	27.5	3.7	3.7	3.7
Tuz	5	2	26	28	27	3.8	3.7	3.75
Tuz	5	3	27	27	27	3.7	4.2	3.94
Tuz	10	1	31	30	30.5	3.8	3.8	3.8
Tuz	10	2	34	34	34	4.1	4	4.05
Tuz	10	3	31	31	31	4	4	4
Tuz	15	1	35	34	34.5	3.9	3.8	3.85
Tuz	15	2	33	35	34	4.2	4	4.1
Tuz	15	3	32	36	34	4	4.1	4.05
Gal	0	1	27	28	27.5	3.9	4	3.95
Gal	0	2	28	28	28	3.7	3.6	3.65
Gal	0	3	27	28	27.5	3.7	3.6	3.65
Gal	5	1	30	30	30	3.9	3.8	3.85
Gal	5	2	26	25	25.5	3.9	3.9	3.9
Gal	5	3	29	31	30	4	3.9	3.95
Gal	10	1	32	33	32.5	4	4	4
Gal	10	2	31	30	30.5	4.1	4	4.05

Gal	10	3	33	29	31	4.1	4	4.05
Gal	15	1	39	38	38.5	4.3	4	4.15
Gal	15	2	34	34	34	4.1	4.1	4.1
Gal	15	3	33	34	33.5	4.2	4.1	4.15
Gal	20	1	39.2	36	37.6	4.5	3.9	4.19
Gal	20	2	30.4	30.4	30.4	4.3	4.5	4.4
Gal	20	3	36	38.4	37.2	4.3	4.1	4.2

Hen = Heno

Tuz = Tuza

Gal = Gallinaza

MS1 = Materia Seca de la muestra número 1

MS2 = Materia Seca de la muestra número 2

MS= Promedio de la muestra 1 y muestra 2

pH1 = pH de la muestra número 1

pH2 = pH de la muestra número 2

pH = Promedio del pH de la muestra 1 y 2

REP = Repeticiones