

PRODUCCIÓN DE ENSILADO DE GRANOS DE SORGO EN LA ALIMENTACION DEL CERDO

L.I. Marrero, A. Arias y A. Castro

Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuani, Km 51/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba
email: leandroms@uclv.edu.cu, alvaroa@uclv.edu.cu

RESUMEN

Se evaluó el potencial productivo de cuatro variedades de sorgo granífero (dos blancas y dos moradas) mediante un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco réplicas por tratamiento. Cada tratamiento estuvo representado por una variedad y cada réplica por una parcela de 15 x 6.3 m (94.5 m²). Se evaluó el contenido de MS de las panículas de las cuatro variedades a los 93, 97 y 107 días posgerminación. Se caracterizaron silos a partir de dos de las variedades, tanto en grano como en panículas con alto contenido de humedad (30%) en comparación con el de maíz. Los granos de estos cereales, fueron caracterizados desde punto de vista de su composición química y valor por ensilado.

El rendimiento en granos y panículas fue similar en las variedades estudiadas. El peso del grano representó aproximadamente el 66% del peso de la panícula, expresados sobre la base de 90% de MS. A los 95 -100 días posgerminación las panículas mostraron un contenido de MS adecuado para ser cosechadas y ensiladas. Se obtuvo mayor productividad por hectárea cuando se utilizó la panícula de sorgo que cuando se empleó el grano solo. Los valores de proteína bruta en los cereales ensilados fueron ligeramente inferiores al compararlos con los obtenidos previos al proceso de ensilaje.

Se obtuvieron procesos normales de ensilado tanto en grano como en panícula de sorgo, de acuerdo con los valores obtenidos de nitrógeno amoniacal, amoníaco y ácidos grasos volátiles. Los índices de amoníaco, así como los de nitrógeno amoniacal reflejaron un adecuado proceso de ensilado. Se concluye que el ensilado de granos de sorgo es una excelente alternativa en la alimentación porcina.

Palabras claves: ácidos grasos de cadena corta, bacterias ácido-lácticas, ensilado, cerdo, rendimiento agrícola, sorgo

Título corto: Ensilado de granos de sorgo en la alimentación del cerdo

PRODUCTION OF SORGHUM GRAINS SILAGE FOR FEEDING PIGS

SUMMARY

The productive potential of four varieties of sorghum (two white and two purple) was evaluated by means of a randomized block design with four treatments and five replicates by treatment. Each treatment was represented by a variety and each reply in a parcel of 15 x 6.3m (94.5 m²). The DM content of the panicles from the four varieties, were determinate at 93, 97 and 107 days postgermination. Silos were characterized from two varieties, both in grain and in panicles with high moisture content (30%) compared with corn. For the grains of these cereals, as much without silage and ensiled, were determined dry matter, crude protein, ash and pH. The ensiled grains characterized from the point of view of its chemical composition and value as silage.

The panicles and grain yield were similar in the varieties studied. The grain weight was approximately 66% of the panicle weight, expressed on the basis of 90% DM. The panicle showed a dry matter content suitable to be harvested and ensiled to 95 -100 days postgermination. The higher productivity per hectare was obtained when using the panicle of sorghum that when the grain was used alone. The values of crude protein in cereal silages were slightly lower when compared with those obtained previous to the ensiling process.

Normal silage processes were obtained in sorghum grain and panicle according to the values obtained of nitrogen, ammonia and volatile fatty acids. The rates of ammonia and the ammonia-N showed a proper ensiling process. It was conclude that grain sorghum silage is an excellent alternative in pig feeding.

Key words: short chain fatty acids, lactic-acid bacteria, silage, pig, harvest yield, sorghum

Short title: Sorghum grain silage for pig feeding

INTRODUCCIÓN

El sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertenece a la familia de las gramíneas y a la subfamilia panicoidea, se desarrolla bien en los suelos arenosos y en los arcillosos, pero las mayores cosechas se obtienen en los suelos francos. En general los suelos elegidos para el cultivo del sorgo son de textura franco arenoso fino, franco arcillo limoso, y arcillo limoso y deben ser de drenaje interno de muy rápido a lento (Anónimo 1977, 2003; Perry 2008).

Cuba cuenta con varias especies de cultivos que pueden garantizar eficientemente sistemas sostenibles de producción porcina. Una de las que más se destaca es la producción de sorgo para conformar el componente energético de la dieta, lo cual puede representar entre el 60 y 75% de la misma (Marrero et al 2008; Montilla 1994). Por todo lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar el potencial de variedades de sorgo blancas y moradas seleccionadas en el Centro para su utilización como fuente energética en la dieta de los cerdos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un primer experimento se realizó la evaluación del potencial productivo de cuatro variedades de sorgo granífero sembradas en la época lluviosa (Marrero 2004). Se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 5 réplicas. Cada tratamiento estuvo representado por una variedad y cada réplica por una parcela de 15 x 6.3 m (94.5 m²).

Para la siembra se utilizó una distancia de camellón de 0.90 m y aproximadamente 5 kg/ha de semilla. Se garantizó un espaciamiento entre hileras de 90 cm y entre plantas de 5 a 15 cm. La siembra se efectuó, de forma manual, en la segunda quincena de junio, realizándose la cosecha en la primera quincena de octubre y la cosecha del rebrote en la primera quincena de febrero.

Entre los 95-100 días postgerminación se realizó la cosecha manual de las panículas. Para evaluar el rendimiento en grano, las panículas se secaron al sol y se procedió a la separación del grano. Se evaluó el contenido de MS de las panículas de cuatro variedades de sorgo (dos blancas y dos moradas) a los 93, 97 y 107 días posgerminación. Se fabricaron silos a partir de las panículas de sorgo con el objetivo de reducir las pérdidas que ocurren en el campo previo al período normal de la cosecha.

Se caracterizaron silos de las panículas cosechadas entre los 95 y 100 días posgerminación, fabricados en contenedores de concreto de 8 m³ de capacidad. Mediante silos de laboratorio se realizó la caracterización del grano de sorgo ensilado con alto contenido de humedad (30%) en comparación con el de maíz.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, compuesto por dos tratamientos y seis réplicas. Para alcanzar la humedad señalada, a los granos secos y molidos de ambos cereales se les añadió una mezcla de agua con 2% de miel final más un cultivo de *Lactobacillus plantarum*, para garantizar una concentración de 3×10^{11} ufc/t de grano ensilado. A los granos de estos cereales, tanto sin ensilar como ensilados, se les determinó MS, proteína bruta

(Nx6.25), cenizas según los procedimientos de la AOAC (1995). Las fracciones fibrosas fueron determinadas por el procedimiento de Van Soest (1967). Además, a los granos ensilados se les midió NH₃-N, NH₃, AGCC en alícuotas apropiadas, después de medir el PH con un electrodo de vidrio.

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de acuerdo con una clasificación simple (Steel y Torrie 1997). El análisis estadístico se realizó con ayuda del paquete estadístico SPSS versión 6.0 para Windows Norusis (1994) y se aplicó la prueba de rangos múltiples Duncan (1955) para establecer las diferencias entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se exponen los indicadores productivos para estas cuatro variedades de sorgo cuando son cultivadas en condiciones de bajos insumos y sembradas en época lluviosa.

Tabla 1. Rendimiento en granos de las cuatro variedades ⁽¹⁾ de sorgo, kg/ha

	Cosecha	
	Primera	Segunda
Variedades blancas		
UDG 110	2424	735 ^{ab}
CIAP 6	2535	534 ^b
Variedades moradas		
CIAP 2	2235	868 ^a
CIAP 9	2188 ¹	735 ^{ab}
EE±	94	40

⁽¹⁾ CIAP expresa, Centro de Investigaciones Agropecuarias; UDG expresa, Universidad de Guadalajara.

^{a,b} Medias con letras diferentes en la misma columna difieren entre sí (P< 0.05).

El rendimiento en grano resultó afectado en la cosecha del rebrote por efecto de la falta de humedad, situación ésta que ya había sido señalada por Hartman (2003). Sin embargo, con los rendimientos alcanzados en la cosecha original se obtienen producciones en grano en el orden de 2.2 y 2.4 t/ha como ya se había informado por otros autores (Martín et al 1992; Marrero et al 1999; Marrero 2004). En cuanto a su caracterización nutritiva, el grano de estas variedades de sorgo presentan algunas diferencias (Castro et al 1999a, b).

Adelantar el momento de la cosecha del grano puede contribuir a una disminución de las pérdidas en campo (Marrero et al 1999) y permitiría cosechar el grano con mayor contenido de humedad para facilitar el proceso de ensilado. En la tabla 2 se ofrecen los contenidos de MS de las panículas de las 4 variedades cosechadas en diferentes momentos. En la tabla 3 se ofrecen los rendimientos en granos y panículas

Tabla 2. Contenido de MS de las panículas para diferentes estadios posgerminación

Días posgerminación	Variedades, % MS			
	UDG 110	CIAP 2	CIAP 6	CIAP 9
93	52.4	54.9	56.4	62.0
100	62.5	63.7	61.8	67.7
107	77.7	75.5	77.0	78.5

Tabla 3. Rendimiento en grano y panículas de cuatro variedades de sorgo

Variedades	Rendimiento, kg/ha		
	Grano (90% MS)	Panícula	
		65% MS	90% MS
UDG 110	2 424	4 919	3 553
CIAP 6	2 535	5 263	3 801
CIAP 2	2 235	4 681	3 381
CIAP 9	2 188	4 777	3 450

En la tabla 4 se ofrece la caracterización del grano de maíz y sorgo antes de ensilar.

Tabla 4. Caracterización de granos de sorgo y maíz secos e intactos y a las 12 horas de molidos y humedecidos (por ciento en base seca)

	Grano seco e intacto		Grano molido y humedecido	
	Maíz	Sorgo	Maíz	Sorgo
	MS	87.6	89.90	70.06
Nx6.25	9.89	9.92	9.88	10.26
Proteína Verdadera	9.43	9.35	9.05	9.72
Cenizas	1.24	2.31	1.41	2.86
pH	5.75	5.75	3.70	3.90

Al comparar silos de granos de sorgo y maíz con alto contenido de humedad se obtuvieron los resultados que se reflejan en la tabla 5.

Tabla 5. Caracterización de silos de granos de maíz y de sorgo con alto contenido de humedad (por ciento en base seca)

	Maíz	Sorgo	EE±
MS	67.74	67.95	0.10
Ceniza	1.12	2.57	0.07*
Materia Orgánica	98.88	97.33	0.05*
Nx6.25	8.73	9.91	0.02*
NH ₃	0.07	0.06	0.01
NH ₃ -N	5.54	4.43	0.20
pH	3.83	4.37	0.01*
AGCC	Trazas	Trazas	-

* P<0.05

Se obtuvieron valores más bajos de pH en el grano de maíz ensilado y no difirieron significativamente (P>0.05) en cuanto a valores de NH₃ y NH₃-N. El mayor contenido de proteína bruta en el sorgo puede asociarse a que el mismo posee mayores

tenores de taninos y polifenoles (Castro et al 2002). Para la caracterización de la panícula de sorgo ensilada se compararon dos variedades, la CIAP 6 (blanca) y la CIAP 2 (morada).

Como se aprecia en la tabla 6 los valores de pH no bajaron por debajo de 4. Al mismo tiempo, las concentraciones de AGCC observadas indican un proceso de ensilado no del todo satisfactorio (Ojeda 1991).

Tabla 6. Caracterización de la panícula de sorgo ensilada

Análisis, % BS	Variedades	
	CIAP 6	CIAP 2
MS	57.77	55.70
Ceniza	2.57	2.58
Fibra bruta	12.20	10.69
FAD	16.73	18.74
LAD	2.27	4.12
Celulosa	12.01	13.04
Sílice	0.18	0.26
NH ₃	0.16	0.34
AGCC, proporción molar		
Ácido acético	54.60	31.20
Ácido propiónico	19.54	9.99
Ácido butírico	8.78	17.96
pH	4.3	4.7

La panícula de las variedades de sorgo granífero pudiera ser preservada por medio de la tecnología del ensilaje. El ensilaje del grano de sorgo con alto contenido de humedad, ya sea cosechado en estado masoso o reconstituyéndole la humedad representa una alternativa promisoriosa para su conservación.

REFERENCIAS

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (16th edition). Washington, District of Columbia, pp 1 465

Anónimo. 1977. Plan de Acción para el Desarrollo Regional de la Línea Noroeste Unidad Técnica del Proyecto DELNO durante el periodo 1973-1975 Gobierno de la República Dominicana Programa de Desarrollo Regional Washington, D.C., 66 pp

Anonimo. 2003. Guía Técnica del Sorgo. Versión electrónica disponible in http://www.fps.org/imagenes/tecnologia/valle_fuerte/riego/pdf

Castro, A., Gabel, M., Llorente, R.A., Marrero, L.I. y Martín, D.S. 1999a. Valor nutritivo del grano de sorgo de cuatro variedades cultivadas en Cuba. Contenido de nutrientes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 33:219-225

Castro, A., Gabel, M., Llorente, R.A., Marrero, L.I. y Martín, D.S. 1999b. Valor nutritivo del grano de sorgo de cuatro variedades cultivadas en Cuba. Composición de aminoácidos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 33:313-318

Castro, A., Marrero, L.I., Valdiviá, M., Gabel, M. y Steigass, H. 2002. Contenido de factores antinutricionales del grano de

sorgo de cuatro variedades cultivadas en Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 36:31-35

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometric 11:1-42

Hartman, A. 2003. Untersuchungen zur Silierung von tanninhaltigen rotten Sorghumkolben als Verfahren der Konservierung den Bedingungen Kubas. DIPLOMARBEIT, Universität Rostock, Rostock, pp 56

Marrero, L.I. 2004. Sorghum cultivation potencial under low inputs condition for monogastric animal feeding in Cuba. Teaching and Research in Plant and Animal Sciences. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba. Versión electrónica disponible en disco compacto, WS17.

Marrero, L.I., Castro, A. y Arias, A. 2008. Evaluación del Potencial del Sorgo para la Producción de Carne, Huevos y Leche. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, en imprenta.

Marrero, L.I., Castro, A., Arias, A. y Martín, D.F. 1999. Evaluación integral del sorgo en la producción de carne, huevos y leche. Producción de proteína animal por vías biotecnológicas y sustentables. CITMA. Informe Final. La Habana, 23 pp

Martín, D.F., Saucedo, O. y Castillo, A. 1992. Variedad de sorgo de grano blanco con adaptación tropical, apta para el consumo humano, alimentación animal y su tecnología de cultivo en Cuba. Monografía, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, 30 pp.

Montilla, J.J. 1994. Agricultura para la alimentación de Aves y cerdos en el trópico. In: II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Monogástricos. La Habana, p 1-7

Norusis, M.J. 1994. SPSS für Windows, Anwenderhandbuch für das Base System, Version 6.0 SPSS GmbH Software, München

Ojeda, G.F. 1991. Conservación de Forraje. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, p. 2-22

Perry, A. 2008. Potencial del sorgo para biocombustible. In: Ann Perry USDA-ARS

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw and Hill Book Company In Company (segunda edición). New York, pp 666

Van Soest, P.J. y Wine, R.H. 1967. Use of detergent in the analices of fibrous feeds. IV Determination of plant cell wall constituents. J. AOAC, 50:50-55