

Caracterización de ensilajes *in vitro* de hollejo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) con diferentes por cientos de inclusión de tallos de caña de azúcar

Rafael Pérez Carmenate*, Jorge Luis López Rodríguez*, Redimio M. Pedraza Olivera**, Duglas Ramírez Lora* y Yamilé Jiménez Peña*

* Centro de Investigaciones en Bioalimentos, Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Morón, Ciego de Ávila, Cuba

** Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba

RESUMEN

Se caracterizaron ensilajes *in vitro* de hollejo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) con 0; 15 y 30 % de inclusión, base seca, de tallos de caña de azúcar. Se empleó un diseño totalmente aleatorizado con tres repeticiones y los tratamientos fueron los niveles de inclusión de caña de azúcar. A los días 0; 4; 10; 20; 30; 50 y 60 días de iniciado el proceso se determinó la dinámica del pH y ácido láctico, y al inicio y final del proceso (0 y 60 días) se caracterizó el contenido de materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, calcio y fósforo. Se obtuvieron valores de pH dentro del rango óptimo para este proceso (inferior a 4), al igual que la concentración de ácido láctico (inferior a 2,7 %). Las variaciones de los indicadores bromatológicos estudiados estuvieron influenciadas por el nivel de inclusión de tallo de caña de azúcar. A los 60 días los contenidos de proteína bruta no difirieron, con valores entre 7,9 y 9,2 %; mientras que los de fibra cruda difirieron entre sí ($P < 0,05$), con valores entre 23,5 y 41,9 %. En general se logra un ensilaje de buena calidad con la adición de hasta 30 %, base seca, de tallos molidos de caña de azúcar.

Palabras clave: *ensilaje, hollejo de cítrico, caña de azúcar*

Characterization of an *in vitro* Silage Made of Orange (*Citrus sinensis*) Husk and Sugarcane Stems

ABSTRACT

An *in vitro* silage made of orange (*Citrus sinensis*) husk and sugarcane stems was characterized. Sugarcane stems inclusion levels ranged from 0 %, 15 % to 30 % (dry basis) and constituted different treatments. A completely randomized design with three replicas was applied. Ph and lactic acid dynamics were determined at 0; 4; 10; 20; 30; 50, and 60 days after initiating the process, while dry matter, ashes, raw protein, ether extract, calcium, and phosphorus contents were characterized at the beginning and end of the process, i.e., at 0 and 60 days. Ph reached optimum values according to the process range (less than 4), as well as lactic acid concentration (less than 2,7 %). Bromatological index variation was influenced by sugarcane inclusion level. At 60 days, raw protein contents remained the same (7,9 % and 9,2 %), while raw fiber contents differed ($P < 0,05$) reaching values between 23,5 % and 41,9 %. Generally, good quality silage is obtained by adding up to 30 % (dry basis) of sugarcane stems.

Key words: *silage, orange husk, sugarcane*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en la ganadería en la provincia de Ciego de Ávila, Cuba, se utiliza masivamente el hollejo de cítrico para la producción de leche y carne, al disponerse de más de 50 000 toneladas en la época de cosecha; sin embargo, los resultados obtenidos no se encuentran a la altura del potencial nutritivo de este alimento; se destacan bajos consumos por los animales y pérdidas de nutrientes, lo que repercute desfavorablemente en el comportamiento productivo y reproductivo de los rebaños; además, las pérdidas por transportación son significativas por el alto grado de humedad de este desecho.

Los desperdicios de las plantas procesadoras de cítrico se deterioran rápidamente o pierden el valor nutritivo en más del 50 % (Ashbell y Weinberg, 1988), por lo que es necesario desarrollar metodologías para conservar y mejorar su estabilidad. Este material puede ser adecuado para ensilar debido a sus características de pH y relación reductores totales: proteína, así como la producción de lactato y ácidos grasos volátiles durante el proceso de conservación (Domínguez y Ly, 1979).

Numerosos autores abordaron el tema utilizando la pulpa sola o mezclada con residuos fibrosos (pajas y tallos troceados), henos y gramíneas (Becker *et al.*, 1946; Ojeda, 2003) y el empleo de

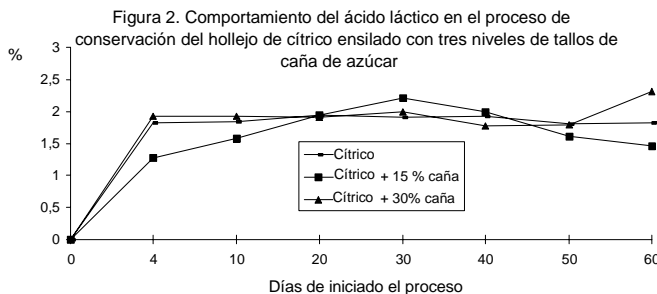
aditivos (Vinhas *et al.*, 2000), que pudiera ser una opción en las condiciones de Cuba, donde coinciden las campañas de cosecha del cítrico y la de caña de azúcar; máxime cuando autores como Cuaron y Shimada (1987), Molina *et al.* (1997; 1999) reportan la ensilabilidad de la caña de azúcar. Por ello pudieran combinarse para su conservación anaerobia en regiones donde se desarrollen estos cultivos. Se contaría así con volúmenes importantes de alimento con buena estabilidad nutricional para la ganadería.

El presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar ensilajes *in vitro* de hollejo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) con 0; 15 y 30 % de inclusión de tallos de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensilajes se elaboraron a partir del hollejo de cítrico de naranja valencia (*Citrus sinensis*) y tallo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), ambos frescos y troceados a no más de 3 cm. Las distintas variantes a ensilar, con niveles de inclusión, peso seco, de: 0; 15 y 30 % de tallos de caña de azúcar, se colocaron en bandejas donde se mezclaron y homogenizaron cuidadosamente. Todas las repeticiones se confeccionaron de una sola vez. Seguidamente se introdujo el material en bolsas de nailon de 5 kg de capacidad y se compactó manualmente su contenido, procurando no dejar espacios vacíos. De inmediato se hermetizaron con cinta adhesiva y colocaron a temperatura ambiente, en un estante con una inclinación de 30°.

A los 0 y 60 días de iniciado el proceso se determinó: materia seca (MS), cenizas (CZ), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), calcio (Ca) y fósforo (P) por las Normas AOAC (1990) y a los 0; 4; 10; 20; 30; 50 y 60 días se determinó la dinámica del pH según la técnica descrita por Hardy (1972) y el ácido láctico por la técnica de Conway (1962); se tomaron 10 g para la preparación del licor madre, se añadió 90 mL de agua destilada y se mezcló en una bati-

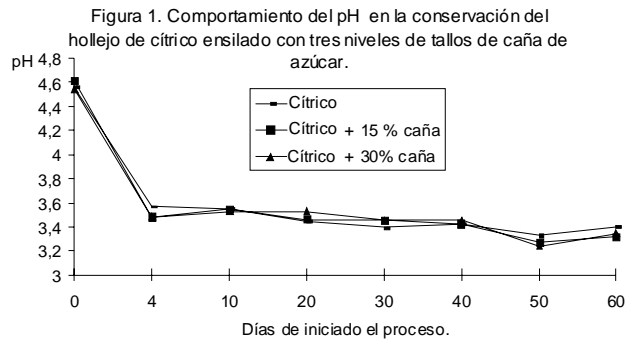


dora doméstica durante 3 min; esta mezcla se filtró a través de una muselina y el líquido obtenido fue utilizado para los análisis.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos (inclusión de 0; 15 y 30 % base seca de tallos de caña de azúcar) y tres repeticiones. La información bromatológica se procesó por un análisis de varianza simple y cuando fue significativa la diferencia entre medias, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan; en el procesamiento estadístico se utilizó el programa SPSS 10.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que el pH (Fig. 1) disminuyó bruscamente hasta el cuarto día para estabilizarse hasta el día 60, con valores entre 3,5 y 4,0. Los niveles de caña no ejercieron efecto en el



valor del pH. El comportamiento de este indicador en el material ensilado presupone una correcta conservación si se tiene en cuenta lo reportado por Hardy *et al.* (1986) quienes establecieron que los valores de pH entre 3,8 y 4,5 producen la muerte de las bacterias putrefactivas indeseables, para lograr estabilidad en la calidad nutricional del material que se conserva. Al mismo tiempo, los resultados obtenidos en el presente trabajo corroboran los reportados por Domínguez (1995) y Ojeda (2003).

En la Figura 2 se observa la dinámica del ácido láctico; la fuente fibrosa añadida y su nivel no tuvieron efecto sobre el comportamiento de este ácido, el cual incrementó su concentración hasta el cuarto día en los niveles de 0 y 30 % de forraje de caña de azúcar; mientras que el nivel de inclusión de 15 %, a pesar de manifestar similar comportamiento, continuó elevándose hasta los 30 días de iniciado el proceso, lo que presupone carbohidratos fermentables disponibles para la fermentación láctica. Los valores alcanzados resulta-

ron inferiores a 2,7 % de la MS, similares a los obtenidos para forrajes tropicales según los reportes de Ruiz *et al.* (1987) y Domínguez y Hardy (1988).

Al analizar la caracterización bromatológica del hollejo del cítrico ensilado con niveles crecientes de caña de azúcar (Tabla 1) se observa un efecto similar, determinado por el sustrato fibroso utilizado. Al inicio del proceso se obtuvo una mayor estabilidad de los indicadores bromatológicos, que solo disminuyeron —con el incremento de los niveles de caña—, en los valores de proteína bruta ($P < 0,001$), calcio ($P < 0,01$) y fósforo ($P < 0,01$).

En la Tabla 2 se muestra el resultado estadístico de la comparación de los indicadores bromatológicos evaluados al inicio y final del proceso de conservación. A los 60 días del proceso, la materia seca disminuyó significativamente ($P < 0,05$). Por otra parte, se observó un incremento en la fibra cruda, ceniza y calcio; mientras que el extracto etéreo y el fósforo se mantuvieron constantes. La proteína bruta no mantuvo una tendencia similar para los diferentes niveles de inclusión. Se encontraron diferencias estadísticas para materia seca, fibra cruda, ceniza y calcio entre los valores encontrados a los 60 días, en comparación con el inicio del proceso de conservación, lo que estuvo relacionado con la pérdida de efluente del material y las características bromatológicas del sustrato utilizado (caña de azúcar) cuyos contenidos de fibra son altos, mientras los de proteína bruta son bajos (Martín, 2004).

El proceso de conservación con la inclusión de niveles de hasta 30 % de caña de azúcar, logra valores de pH y ácido láctico en rangos adecuados para este proceso, pero existe variación de los indicadores bromatológicos determinados por el empleo de la caña de azúcar; sin embargo, por las grandes bondades de esta gramínea para la producción animal (Martín, 2005) su empleo en este y otros

Tabla 1. Caracterización bromatológica del ensilaje de cítrico con diferentes niveles de inclusión de caña al inicio y a los 60 días del proceso de conservación

Indicadores bromatológicos (%)	Niveles de caña, % BS			ES ±	Sign.
	0	15	30		
Inicio del proceso					
Materia seca	18,9	19,1	20,3	0,4	NS
Proteína bruta	8,7 ^a	6,0 ^c	6,9 ^b	0,3	***
Fibra cruda	16,3	17,7	18,0	0,4	NS
Extracto etéreo	4,5	5,1	5,4	0,3	NS
Ceniza	5,0	5,2	5,2	0,1	NS
Ca	1,55 ^b	1,76 ^a	1,52 ^b	0,03	***
P	0,11 ^a	0,09	0,08	0,01	**
60 días					
Materia seca	16,3	16,6	16,7	0,3	NS
Proteína bruta	8,3	9,2	7,9	0,3	NS
Fibra cruda	23,5 ^b	30,1 ^a	41,9 ^a	1,1	*
Extracto etéreo	3,5	8,0	4,4	0,5	NS
Ceniza	6,9	6,2	7,3	0,6	NS
Ca	1,99 ^b	2,11 ^a	1,86 ^b	0,09	**
P	0,12	0,17	0,10	0,01	NS

* $P < 0,01$, ** $P < 0,001$

procesos debe ser considerado.

REFERENCIAS

- AOAC: Official Methods of Analysis, 5th ed., p. 1094, Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D. C., 1990.
- ASHBELL, G. y Z. G. WEINBERG: "Orange Peels: The Effect of Blanching and Calcium Hydroxide Addition on Ensiling Losses", *Boil. Wastes*, 23:73-77, 1988.
- BECKER, R. B.; G. K. DAVIS, W. G. KIRK y P. T. ARNOLD: Citrus Pulp Silage, Bulletin 423, University of Florida, 1946.
- CONWAY, G. I.: *Microdiffusion Analyses and Volumetric Error Crosby*, Lockwood, London, 1962.
- CUARON, L. y A. S. SHIMADA: "Manipulación de la fermentación en ensilaje de caña de azúcar y su valor alimenticio para corderos. Adición de monensin

Tabla 2. Resultado estadístico de la comparación de los indicadores bromatológicos evaluados al inicio y final del proceso de conservación

Indicadores bromatológicos (%)	Niveles de caña, % BS					
	0		15		30	
	ES±	Sig.	ES±	Sig.	ES±	Sig.
Materia seca	0,7	*	1,1	*	0,6	*
Proteína bruta	0,6	NS	0,4	***	0,4	NS
Fibra cruda	1,8	**	1,3	***	0,9	***
Extracto etéreo	0,8	NS	1,4	NS	0,6	NS
Ceniza	0,4	**	1,3	*	0,4	**
Ca	0,14	*	0,29	*	0,12	*
P	0,01	NS	0,04	NS	0,01	NS

* $P < 0,01$, ** $P < 0,001$

Caracterización de ensilajes *in vitro* de hollejo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) con diferentes por cientos de inclusión de tallos de caña de azúcar

- sódico al suplemento y tratamiento físico y alcalino (NaOH) de la caña de azúcar en el comportamiento animal”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 21: 181, 1987.
- DOMÍNGUEZ, G. H. y C. HARDY: “Efecto de la edad de corte y niveles de miel final en la calidad del ensilado de bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* (L) Pers)”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 22: 285, 1988.
- DOMÍNGUEZ, P. L.: “Pulpa de cítricos en la alimentación de cerdos”, *Rev. Computadorizada de Producción Porcina*, Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, 2 (2): 1-14, 1995.
- DOMÍNGUEZ, P. L. y J. LY: “Efecto de mezclas de ensilaje de cítricos, desperdicios procesados y miel final sobre los niveles de lactato, etanol y ácidos grasos volátiles en el tracto digestivo de cerdos”, *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Ganado Porcino*, 2 (1): 63-77, 1979.
- HARDY, C. y R. BOUCOURT: “El ensilaje del grano de sorgo con alta humedad. I. Cambios químicos y microbiológicos”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 6 (2): 223-230, 1972.
- HARDY, C.; G. DOMÍNGUEZ y A. GUTIÉRREZ: “Conservación de pastos y forrajes”, en *Los pastos en Cuba*, t. 1, pp. 607-647, EDICA, La Habana, 1986.
- MARTÍN, P. C.: “El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 39: 427, 2005.
- MARTÍN, P. C.: *La alimentación del ganado con caña de azúcar y sus subproductos*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, 2004.
- MOLINA, A. S.; I. FEBLES, y J. F. SIERRA: “Ensilaje de caña de azúcar con síntesis proteica. Formulación de los aditivos”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 31: 271-274, 1997.
- MOLINA, A. S.; J. F. SIERRA e I. FEBLES: “Ensilaje de caña de azúcar con síntesis proteica. Efectos combinados del aditivo y la densidad”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 33: 215-218, 1999.
- OJEDA, F.: Conservación de hollejo de cítrico fresco como ensilaje. Inf. final contrato No. 6.17 MES. Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, Matanzas, Cuba, 14 pp., 2003.
- RUIZ, R.; J. CAIRO, R. RUBIO e I. REYES: “Valor nutritivo de fermentación de la pangola ensilada al vacío”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 21: 181, 1987.
- VINHAS ITAVO, L. C.; G. TADEUS LOS SANTOS, C. CABREIRA JOBIN, T. VINHAS VOLTOLINI, J. R. BORTOLASSI y C. C. BRANDÃO FERREIRA: “Aditivos na conservação do bagaço de laranja in natura na forma de silagem”, *Brás. Zootec.*, 29 (5):1474-1484, 2000.

Recibido: 12/7/2006
Aceptado: 16/9/2006