

NOTA TÉCNICA

Evolución del valor nutritivo de la pulpa de naranja fresca almacenada durante siete días

Change in nutritional values of fresh orange pulp after seven days storage

Arnoldo González-Reyna, Froylán Andrés Lucero-Magaña, Pedro Zárate-Fortuna, Javier Hernández-Meléndez, Martín Antonio Ibarra-Hinojosa, Andrés Gilberto Limas-Martínez y Juan Carlos Martínez-González*.

Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, 87149. *Correo electrónico: jmartinez@uat.edu.mx, jcmartinez04@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluaron los cambios en las características bromatológicas de la pulpa fresca de naranja (PFN) cuando es almacenada en montones al aire libre. Las evaluaciones se realizaron en el mes de mayo (temperaturas que varían de 32° a 38°C y una humedad relativa de 75 a 80%), cada día se tomaron tres muestras representativas a una profundidad de 30 a 40 cm. Las muestras fueron secadas en una estufa (60°C) y almacenadas hasta su análisis, con el fin de determinar si el almacenamiento afectaba la calidad de la PFN. El análisis proximal se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la FIC-UAT. Las informaciones de las variables materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas fueron analizadas utilizando un diseño completamente al azar. La MS aumentó ($P < 0.01$) de 210 a 310 g kg⁻¹, durante el periodo de almacenamiento. El contenido de PC se mantuvo relativamente constante ($P > 0.05$) durante los días 1 al 5, mientras que durante los días 6 y 7, los valores fueron mayores ($P < 0.01$). Los contenidos de MO, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas fueron similares ($P > 0.05$) durante los días de almacenamiento. Se determina que la PFN almacenada en montones hasta por 7 días, no presenta variaciones significativas en el contenido bromatológico que comprometan su utilización en la alimentación de rumiantes.

Palabras clave: Bromatología, pulpa fresca de naranja, almacenamiento.

ABSTRACT

Changes to the bromatological characteristics of the fresh pulp of orange (FPO) were evaluated when it is stored in piles in the outdoors. Under environmental climatic conditions of the month of May, when temperatures range from the 32 to 38° C and relative humidity from 75 to 80%. The piles were exposed to environmental conditions during 7 days, during the storage time, three samples were consistently taken from a depth from 30 to 40 cm. The samples were weighed, dried (60°C) and stored until analyses were performed. The proximal analysis was in the Laboratory of Animal Nutrition of the FIC-UAT. The data from the variables measured, as dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral (NDF) and acid detergent fiber (ADF), hemicellulose, cellulose, lignin and ash were analyzed by means of ANOVA, using a completely randomized design. The results indicated that DM increased ($P < 0.01$) from 210 to 310 g kg⁻¹, during the storage period, meanwhile, CP remained relatively constant ($P > 0.05$) during days 1 to 5, CP increased during days 6 and 7, during which time, CP values were greater ($P < 0.01$). Content of OM, NDF, ADF, hemicellulose, cellulose, lignin and ash, as measured remained unchanged and were similar ($P > 0.05$) during the storage period. It is concluded that the FOP stored in piles up to 7 days, had no significant variations bromatological content involving its use in the feeding of ruminants.

Key words: Bromatological, fresh orange pulp, storage.

Recibido: 30/04/13 Aprobado: 06/02/14

INTRODUCCIÓN

La pulpa fresca de cítricos (PFC) como naranja, toronja y limón, es un subproducto agroindustrial que ha sido utilizado en la alimentación de rumiantes en algunas regiones del mundo, especialmente en áreas tropicales, donde la producción de cítricos es alta. En México la industria cítrica produce grandes cantidades de PFC, originada de la extracción de jugo de cítricos. Se estima que la pulpa fresca de naranja (PFN) que resulta de la extracción de jugo produce entre 40 a 80% de PFN (Denek y Can, 2007). Por consiguiente, la PFN es un subproducto con enorme potencial para ser usado en los sistemas de alimentación de rumiantes.

Los rumiantes, por su aparato digestivo pueden utilizar la PFN, para cubrir sus requerimientos nutritivos, que en ocasiones puede sustituir grandes cantidades de forraje (Villanueva *et al.*, 2013). La PFN, posee buenas propiedades nutritivas para los rumiantes por su alto contenido de fibra y alta concentración energética (Bueno *et al.*, 2002), sin embargo, el contenido de proteína cruda (PC) es bajo. La composición química de la PFN puede variar dependiendo de la variedad, la proporción de sus componentes (cáscara, pulpa, semillas, frutos de desecho) y el método de extracción del jugo. Según Navamuel *et al.* (2002) el contenido de materia seca (17% de MS), materia orgánica (MO=95% de MS), proteína cruda (PC=8% de MS), fibra detergente ácido (FDA=24% de MS), fibra detergente neutro (FDN=32% de MS), extracto etéreo (EE=5% de MS) y cenizas (CE=5% de MS) en la PFN. Similarmente, Martínez *et al.* (2008), reportaron valores bromatológicos promedio de las cáscaras de naranja al salir de la industria de MS 18,8%, PC 7,7%, MO 95,4%, Cenizas 4,7%, Ca 0,9% y P 0,1%.

Además, la PFC se caracteriza por su alto contenido de pectina (alrededor del 10%) y aporte de energía (3.6 Mac kg⁻¹ MS), razón por la cual se ha utilizado en dietas para ganado en producción. Las pectinas son heteropolisacáridos que se presentan en la naturaleza como elementos estructurales del sistema celular de las plantas (Henrique *et al.*, 2003).

Por otro lado, los altos costos de los combustibles han imposibilitado la desecación de la PFN

para la producción de cascarilla de cítricos, lo que genera una gran cantidad de residuos contaminantes (Domínguez y Flores, 1994). Sin embargo, recientemente la PFN se ha incorporado a la alimentación de rumiantes en forma directa, de tal modo que los residuos son transportados a las unidades pecuarias para la alimentación de bovinos, caprinos y ovinos, por su bajo precio en relación a su valor nutritivo y alta disponibilidad en la época de escasez de forrajes (Domínguez y Flores, 1994).

La PFN que se conserva en estibas o montones expuestas al medio ambiente mientras se utiliza, puede durar hasta 12 días (Martínez *et al.*, 2008). No obstante, la PFN sufre un rápido deterioro a causa de su alto contenido de humedad, por lo que se necesita conocer el tiempo de almacenamiento sin alterar sus propiedades nutricionales. Al respecto, Ashbell y Weinberg (1988) mencionaron que la PFN se deteriora muy rápidamente durante su almacenamiento y cambia su valor nutritivo.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los cambios en las características bromatológicas de la PFN como respuesta al almacenamiento al aire libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Posta Zootécnica "Ing. Herminio García González" y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

La pulpa fresca de naranja (PFN) fue obtenida de una fábrica de jugo cercana a la unidad de producción, durante el periodo de estudio las naranjas que se procesaban en la fábrica fueron de la variedad (*Citrus sinensis* var. Valencia). Este subproducto (cáscara, bagazo, semillas e inclusive frutos completos de pequeño tamaño) fue transportado a la Posta Zootécnica, donde se colocó en montones al aire libre y almacenado por siete días (temperatura ambiental 32° a 38° C y humedad relativa de 75 a 80%). Se tomaron diariamente tres muestras de los montones de PFN, de manera sistemática a una profundidad de 30 a 40 cm. Todas las muestras fueron secadas a 60°C hasta alcanzar peso constante y almacenadas hasta su análisis bromatológico.

La determinación de MS, MO, PC y ceniza se realizó de acuerdo a la metodología aprobada por la AOAC (1990). Mientras que la FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y lignina fueron analizadas con la técnica propuesta por Van Soest *et al.* (1991).

Los valores de MS, MO, PC, FDN, FDA, hemicelulosa, celulosa, lignina y ceniza fueron sometidas a un análisis de varianza utilizando un diseño completamente al azar, con el procedimiento GLM (General Linear Models) del paquete estadístico SAS (2004). Donde los tratamientos fueron los días de almacenamiento (Martínez *et al.*, 2008). En aquellos casos en que se encontró diferencia significativa, se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan a un nivel de significancia de 0,05 (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se presentan los contenidos de nutrientes de la PFN de acuerdo a los días de almacenamiento. Se puede observar que el contenido de MS mostró un incremento significativo ($P < 0,01$) de 21,0 a 31,0% durante el periodo de almacenamiento, lo que pudo ser debido a una pérdida de humedad por escurrimiento y deshidratación.

Ojeda *et al.* (2003) refirieron que el incremento en el contenido de MS durante el periodo de almacenamiento de la PFN ocurrió debido a una pérdida de humedad. Otro factor importante que influye sobre la fluctuación del contenido de MS fue la respiración celular, la cual ocurre simultáneamente con la fermentación espontánea de la PFN, debido a su alta humedad

y concentración de carbohidratos solubles (Ítavo *et al.*, 2000a). Cervera *et al.* (1985) mencionaron que la fermentación de la PFN es más intensa en los primeros días, cuando se detectan valores de MS de 18,2%, por tanto, la mayor pérdida de humedad en la PFN se registra durante los primeros días de almacenamiento y posteriormente se mantiene más constante (Megías *et al.*, 1993). Los materiales con alto contenido de humedad como la PFN tienden a experimentar una proteólisis alta y por tanto mayores pérdidas.

Resultados similares son señalados por Navamuel *et al.* (2002) quienes encontraron que el contenido de la PFN fue 17% de MS, 95% de MO, 8% PC y 5% de CE. De igual modo, Martínez *et al.* (2008) reportaron valores bromatológicos promedio de las cáscaras de naranja al salir de la industria de 18,8% de MS, 95,4% de MO y 7,7% de PC.

En el presente experimento existió una pérdida de humedad del 10% hasta los siete días de almacenamiento. Martínez *et al.* (2008) reportaron que a partir de los ocho días de almacenamiento de la PFN y hasta los 12 días, los valores de MS se mantienen sin variación. Esto indica que la mayor pérdida de humedad se presenta durante la primera semana de almacenamiento, como sucedió en este experimento. Bajo las condiciones en que se realizó este estudio la humedad de la PFN se puede considerar como aceptable para ser utilizada en la alimentación animal.

Por otro lado, los contenidos de PC fueron afectados por los días de almacenamiento

Cuadro 1. Contenido de nutrientes de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento.

Contenido	Días de almacenamiento							EE
	1	2	3	4	5	6	7	
Materia seca (%)	21,1 ^a	24,9 ^a	25,3 ^a	27,3 ^{ab}	27,6 ^{ab}	28,1 ^b	31,1 ^b	1,19
Materia orgánica (%)	94,4	94,9	95,9	95,4	95,4	94,4	94,6	0,43
Proteína cruda (%)	9,1 ^a	8,3 ^a	8,2 ^a	9,6 ^a	9,8 ^a	14,1 ^b	17,1 ^b	0,66
Cenizas (%)	5,6	5,1	4,1	4,6	4,6	5,6	5,4	0,43

EE=error estándar; a y b en la misma fila son diferentes ($P < 0,05$).

($P < 0,01$) siendo mayores en los días seis y siete con relación al resto de los días. El nivel de PC fue de 9,1% al inicio y se mantuvo constante hasta el día cinco (Cuadro 1), posteriormente, se observó un aumento del día cinco al día siete (de 9,8 a 17,0%). Megías *et al.* (1993) mencionaron que el nivel de PC en la PFC se incrementa en los primeros siete días (de 50 a 90 g kg⁻¹ MS) y a partir de ahí se mantiene sin cambios. Similarmente, Scerra *et al.* (2000) citaron que el contenido de PC se incrementa a partir del día seis y que posteriormente se mantiene durante los días de almacenamiento (de 8 a 15 días). Sin embargo, Ojeda y Cáceres (2002) e Ítavo *et al.* (2000b) reportaron niveles de PC entre 7,0 y 7,7%, en muestras de pulpa fresca de cítricos (PFC) y PFN, respectivamente.

Probablemente el aumento en la concentración de PC pueda ser explicado por el aumento en el contenido de MS como respuesta a la deshidratación de la misma. En otras investigaciones (Ítavo *et al.*, 1998; Navamuel *et al.*, 2002; Martínez *et al.*, 2008), se han encontrado niveles de PC de alrededor de 8,0%.

El contenido de MO y ceniza fue similar ($P > 0,05$) entre los días de almacenamiento, estos resultados coinciden con otros autores (Scerra *et al.*, 2000; Tripodo *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2008) donde se reportan valores similares para MO y cenizas como a los del presente experimento.

En el Cuadro 2 se presentan los contenidos de las fracciones de FDA y FDN los cuales mostraron

ligeras fluctuaciones durante los días de almacenamiento, pero sin efectos significativos ($P > 0,05$). La fracción FDN presentó variaciones sin mostrar una tendencia en los contenidos, similar situación se apreció con la FDA.

Según Navamuel *et al.* (2002) los contenidos de FDA y FDN para la PFN fueron 24 y 32%, respectivamente. Mientras que Villanueva *et al.* (2013) señalaron niveles menores para FDA y FDN que alcanzaron niveles de 17,1 y 22,7%, respectivamente.

El contenido de las fracciones FDN y FDA no cambió ($P > 0,05$) durante los días de almacenamiento, lo que sugiere que durante este tiempo los componentes de la pared celular no se ven afectados. De acuerdo a Martínez *et al.* (2008) cuando la PFN se mantiene bajo condiciones climáticas de medio ambiente y al aire libre, los valores de pH son bajos en los primeros días debido a la combinación de la temperatura ambiente y la alta humedad de la PFN. Similarmente, Scerra *et al.* (2000) mencionaron que el contenido de carbohidratos estructurales (FDN y FDA) se mantienen sin cambios en los primeros días. Lo cual coincide con Megías *et al.* (1993), quienes encontraron que ambas fracciones de FDN y FDA se mantienen similares hasta el día siete de almacenamiento.

McDonald *et al.* (1991) mencionaron que la PFC estimula la actividad de fermentación de sus carbohidratos solubles debido a que contiene azúcares adicionales o en exceso que son utilizados como sustrato alimenticio por los

Cuadro 2. Contenido de carbohidratos estructurales de la pulpa fresca de naranja de acuerdo al día de almacenamiento.

Contenido	Días de almacenamiento							EE
	1	2	3	4	5	6	7	
Fibra detergente neutro	40,8	41,2	37,1	36,1	39,2	42,6	39,4	1,47
Fibra detergente ácido	30,6	31,9	27,9	28,2	30,2	31,4	30,0	1,50
Hemicelulosa	10,2	9,3	9,2	7,8	9,0	11,2	9,4	0,25
Celulosa	18,1	26,5	26,3	24,2	26,9	30,6	25,1	1,30
Lignina	2,9	3,0	2,8	3,4	3,5	3,1	3,3	0,25

EE=error estándar

microorganismos. Por otro lado, Arosemena *et al.* (1995) mencionaron que los contenidos de FDN y FDA de la PFC son muy variables, dependiendo del tipo de cítrico y del procedimiento usado para la extracción del jugo.

También, la hemicelulosa, celulosa y lignina no fueron afectados ($P>0,05$) por los días de almacenamiento (Cuadro 2), el contenido de estos carbohidratos estructurales se mantuvo relativamente constante.

Debido al bajo contenido de lignina encontrado en la PFN, el contenido de celulosa es considerado similar al de la FDA. El contenido de hemicelulosa obtenido en este estudio en el día uno (10,2%) coincide con el reportado por Aregheore (2000), quien encontró valores para hemicelulosa en la PFC de 11,9%. Lousada *et al.* (2005) reportaron valores de 25,9% para celulosa, los cuales son similares a los encontrados en este estudio. La composición nutricional de la PFN obtenida en este estudio es similar a la reportada por Pereira *et al.* (2008) para PFC. En trabajos realizados en la misma área de influencia de este estudio (Macías-Cruz *et al.*, 2010; Villanueva *et al.*, 2013) se reportan valores para la FDN y FDA de 22,7 y 17,1% y 23,8 y 9,1%, respectivamente.

CONCLUSIONES

La composición química de la PFN no se vio afectada por el almacenamiento en montones al aire libre durante siete días, excepto la MS y PC pero no comprometen su uso en la alimentación de rumiantes.

LITERATURA CITADA

- AOAC. Official Methods of Analysis. 1990. 15th Ed. Association Offic. Anal. Chem., Arlington, VA, USA.
- Aregheore, E. M. 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants. *In vivo* and *in vitro* digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 85(1):99-109.
- Arosemena, A., E. J. De Peters and J. G. Fadel. 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by-product feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 54(1-4):103-120.
- Ashbell, G. and Z. G. Weinberg. 1988. Orange peel. The effect of blanching and calcium hydroxide addition on ensiling losses. *Biol. Wastes* 23(1):73-77.
- Bueno, M. S., J. E. Ferrari, D. Blanchini, F. F. Leinz and C. F. C. Rodrigues. 2002. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Rum. Res.*, 46(2):179-185.
- Cervera, C., J. Fernández-Carmona and J. Marti. 1985. Effect of urea on ensiling process of orange pulp. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 12(3):233-238.
- Denek, N. and A. Can. 2007. Effect of wheat straw and different additives on silage quality and *In Vitro* dry matter digestibility of wet orange pulp. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6(2):217-219.
- Domínguez, E. y L. Flores. 1994. Efecto de la suplementación con subproductos no convencionales de origen animal sobre la ganancia de peso en borregos Pelibuey. Memorias. VII Congreso Nacional de Producción Ovina. pp 81-84. 15-17 Julio 1994, Toluca, Estado de México.
- Henrique, W., A. A. Sampaio, P. R. Alleoni, G. F. Lanna, D. P. Duarte e M. Euclides. 2003. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. *Rev. Bras. Zootecnia Trop.*, 32(6):2007-2015.
- Ítavo, L. C. V., G. T. Dos Santos e C. C. Jobim. 1998. Consumo e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais da Botucatu. pp. 388-390.
- Ítavo, L. C. V., G. T. Dos Santos, C. C. Jobim, T. V. Voltolini, J. R. Bortolassi e C. C. B. Ferreira. 2000a. Aditivos na conservação do bagaço de laranja *in natura* na forma de silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(5):1474-1484.
- Ítavo, L. C. V., G. T. Dos Santos, C. C. Jobim, T. V. Voltolini, K. P. Faria e C. C. B. Ferreira. 2000b. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(5):1485-1490.

- Lousada, J. J. E., N. J. N. Miranda, N. M. Rodríguez, P. J. C. Machado e L. R. N. Braga. 2005. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, 34(2):659-669.
- Macías-Cruz, U., J. A. Quintero-Elisea, L. Avendaño-Reyes, A. Correa-Calderón, F. D. Álvarez-Valenzuela, S. A. Soto-Navarro, F. A. Lucero-Magaña and A. González-Reyna. 2010. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) substitution for orange pulp on intake, digestibility, and performance of hair sheep lambs. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42(2):223-232.
- Martínez, M. J., B. Chongo, H. Jordán, N. Hernández, D. Fontes, Y. Lezcano y N. Cubillas. 2008. Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. Valencia) mantenidos en estibas. *Tec. Pec. Mex.*, 46(2):183-193.
- McDonald, P., A. R. Henderson y S. J. E. Heron. 1991. *The biochemistry of silage*. Chalcombe Publications, Lincoln, UK.
- Megías, M. D., A. Martínez-Teruel, J. A. Gallego and J. M. Núñez. 1993. Chemical changes during the ensiling of orange peel. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43(3-4):269-274.
- Navamuel, J., S. Fioranelli, A. Capellari, M. Revidatti, N. Coppo y J. Coppo. 2002. Ganancia de peso en vacas de invernada suplementadas con pulpa de citrus. *Livest. Res. Rural Dev.* 14(1). Disponible en línea: <http://www.lrrd.org/lrrd14/1/nava141.htm>. [Oct. 14, 2009]
- Ojeda, F. y O. Cáceres. 2002. Principales avances en la utilización de los subproductos agroindustriales. *Pastos y Forrajes* 25(1):21-30.
- Ojeda, F., O. Cáceres y I. Montejo. 2003. Evaluación de diferentes materiales absorbentes para ensilar hollejo de cítrico. *Pastos y Forrajes* 26(4):355-361.
- Pereira, M. S., E. L. A. Ribeiro, I. Y. Mizubuti, M. A. Rocha, J. T. Kuraoka e E. Y. O. Nakaghi. 2008. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. *Rev. Bras. Zootec.*, 37(1):134-139.
- SAS. 2004. *SAS/STAT, users guide software released 9.12*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Scerra, V., A. Caridi, F. Foti, M. C. Sinatra and P. Caparra. 2000. Changes in chemical composition during the colonization of citrus pulps by a dairy *Penicillium roqueforti* strain. *Biores. Technol.*, 72(2):197-198.
- Tripodo, M. M., F. Lanuza, G. Micali, R. Coppolino and F. Nucita. 2004. Citrus waste recovery: A new environmentally friendly procedure to obtain animal feed. *Biores. Technol.*, 91(2):111-115.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides analyses in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10):3583-3597.
- Villanueva, Z., M. A. Ibarra, P. Zárate, F. Briones, O. S. Escamilla, A. González and E. Gutiérrez. 2013. Productive performance of hair lambs fed fresh orange (*Citrus sinensis*) residues substituting sorghum (*Sorghum vulgare*) grains. *Cuban J. Agri. Sci.*, 47(1):27-31.