

# Valor nutricional de la *manzarina*, obtenida de subproductos de manzana para la alimentación animal

## Manzarina nutritional value, obtained from apple by-products for animal feed

CARLOS RODRÍGUEZ MUELA<sup>1,2</sup>, AGUSTÍN BECERRA BERNAL<sup>1</sup>, HÉCTOR ESTEBAN RODRÍGUEZ RAMÍREZ<sup>1</sup>, DANIEL DÍAZ PLASCENCIA<sup>1</sup>, CAMILO HERNÁNDEZ GÓMEZ<sup>1</sup>, FRANCISCO GUTIÉRREZ PIÑA<sup>1</sup>, MARIO ALEJANDRO GALLEGOS ACEVEDO<sup>1</sup>, SERGIO ROMERO VILLALOBOS<sup>1</sup> Y FRANCISCO LUCERO ACOSTA<sup>1</sup>

### Resumen

Con el objetivo de caracterizar nutricionalmente un alimento producido mediante fermentación en estado sólido de subproductos de manzana, se produjo suficiente "manzarina" utilizando bagazo y manzana de desecho, y se llevaron a cabo diversas evaluaciones en laboratorio y campo a fin de determinar el valor nutritivo de la misma. Los resultados mostraron que la manzarina además de tener las características nutritivas para ser usado como un suplemento proteico e incluirse en la ración de las vacas lecheras en producción, en bloques multinutricionales para suplemento de novillos en crecimiento, dietas de bovinos y ovinos en engorda, contiene un alto nivel de levaduras y polifenoles, los cuales presentan cualidades antioxidantes, por lo que la manzarina puede tener además propiedades nutraceuticas y ser usada como aditivo alimenticio para mejorar las condiciones de fermentación ruminal y prevenir daños ocasionados por el estrés oxidativo causado a la pared ruminal y la ubre durante problemas tales como la acidosis láctica y la mastitis. La manzarina podrá ser utilizada por productores de leche y carne como una alternativa en la alimentación del ganado, ayudando a reducir el flujo de contaminantes al medio que se produce con los subproductos de la manzana, ofreciendo además una alternativa para la comercialización de los subproductos de manzana.

**Palabras clave:** Polifenoles, nutraceuticos, estrés oxidativo.

### Abstract

With the objective of characterizing the nutritive value of a food produced by solid state fermentation of apple byproducts, sufficient «manzarina» was produced utilizing apple pomasa and apple waste. Various evaluations were carried out in the lab and in the field in order to determine the nutritional value of this product. The results showed that the manzarina, besides having the nutritive characteristics for to be used like a protein supplement and to be included in the production dairy cows diets, in nutritive blocks for supplement of growing steers, bovine and sheep's feedlot diets, contains a high level of yeasts and phenol compounds, which they present antioxidants qualities, for which the manzarina can have besides nutraceuticals properties and to be used like feed additive to improve the conditions of rumen fermentation and to prevent damages by the oxidative stress caused to the rumen wall and the udder during problems such as the lactic acidosis and the mastitis. The manzarina could be able to be utilized by producers of milk and meat as an alternative in the diet of the cattle, helping to reduce the contaminants flow to the middle that is produced with the apple byproducts, offering besides an alternative for the commercialization of apple byproducts.

**Keywords:** Phenol compound, nutraceuticals, oxidative stress.

### Introducción

La fermentación en estado sólido (FES) es un proceso microbiológico que ocurre comúnmente en la superficie de materiales sólidos que tienen la propiedad de absorber y contener agua, con o sin nutrientes solubles, y es usada para preservar o desarrollar nuevos alimentos a partir de la utilización de varios materiales carbohidratos por los microorganismos (Elías *et al.*, 2001).

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada, Km 1 de la Carretera Chihuahua-Cuauhtémoc. Chihuahua, Chih., México, 31031. Tel. (614) 434-0303.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: crmuela@gmail.com

Las levaduras son microorganismos unicelulares de crecimiento vegetativo que, dependiendo de la especie, pueden utilizar compuestos como las pentosas, metil pentosas, alcoholes de azúcar, ácidos orgánicos, polisacáridos e incluso compuestos como el i-inositol y casi todas las especies, con raras excepciones, utilizan iones de amonio para la síntesis de proteína (Miller, 1977).

En los últimos años, ha cobrado gran importancia el enriquecimiento proteico de residuos agroindustriales y subproductos altos en celulosa mediante sistemas de fermentación en estado sólido, con el objetivo de producir enzimas (Valiño *et al.*, 2002), y para la alimentación animal a través de la producción de proteína microbial (Fundora *et al.*, 1996). Durante la fermentación en estado sólido de subproductos agroindustriales ricos en azúcares y celulósicos, como los subproductos de manzana y otras frutas (Ver Cuadro 1), la energía de esos carbohidratos y la urea como fuente de nitrógeno son utilizados para crecimiento de la microflora epifítica de estos subproductos, duplicándose la biomasa en 5.2 minutos, lo que hace posible obtener incremento en la población de bacterias y levaduras principalmente, aún en la fase de secado, sin la utilización de inóculo en el sistema (Valiño *et al.*, 2002).

**Cuadro 1.** Composición bromatológica de la caña de azúcar, manzana de desecho y el bagazo de manzana.

Parámetro (%)	Caña de Azúcar	Manzana	Bagazo
Materia Seca	29	22.37	19.0
Fibra Detergente Neutro	32.2	7.87	54.02
Fibra Detergente Ácida	23.5	5.33	48.33
Hemicelulosa	14.8	2.34	5.67
Contenido Celular	61.8	92.13	45.98
Carbohidratos Solubles	66.6	83.04	39.48
Proteína Cruda	2.60	2.18	6.50
Cenizas	3.62	3.11	11.7

Becerra, 2006

En la región noroeste del estado de Chihuahua se producen alrededor de 409,778 t de manzana al año (SAGARPA, 2005), de este total, cerca de 120,000 t se comercializan como manzana de desecho. Este desecho, no apto para consumo humano, es utilizado en su mayoría en la industria de la extracción para la elaboración de jugo, proceso del cual se obtiene un residuo o subproducto conocido como bagazo de manzana o pomasa. Gran parte de este bagazo es utilizado inadecuadamente en alimentación animal y el resto, junto con buena parte de manzana de desecho que se queda en la huerta sin utilización alguna, dando origen a un problema de contaminación del medio ambiente por su alta velocidad de putrefacción, con la consecuente pérdida de nutrientes y dinero para el productor. Debido a ello, investigadores de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), a partir del año 2003, se han dado a la tarea de desarrollar una metodología para la obtención de un alimento proteico, producto de la fermentación de subproductos de manzana, al que se ha llamado «manzarina», que permita el aprovechamiento de dichos residuos en la alimentación animal, prevenir un problema de contaminación ambiental y brindar alternativas a los fruticultores para el aprovechamiento de los subproductos de la manzana.

### La manzarina como suplemento proteico.

Gracias a este proceso de fermentación en estado sólido de subproductos de manzana (bagazo y manzana de desecho), el contenido de proteína de la manzarina se eleva hasta alcanzar niveles satisfactorios para la alimentación de diversas especies animales (Cuadro 2) y cuenta además con un nivel de humedad bajo, que permite su almacenamiento para uso posterior, evitando con ello el problema de la putrefacción y degradación de nutrientes de dichos subproductos.

**Cuadro 2.** Contenido de proteína y levaduras de diferentes muestras de manzarina.

Sub-producto utilizado	Condiciones del experimento	Proteína cruda %	Proteína verdadera %	Conteo de levaduras ufc/ml	Referencia
Bagazo	Piso	26.4	19.8	15.8 x 10 <sup>6</sup>	Becerra, 2006
Desecho	Piso	17.1	10.1	73.1 x 10 <sup>6</sup>	Becerra, 2006
Desecho	Laboratorio	42.9	33.7	300 x 10 <sup>6</sup>	Díaz, 2006
Bagazo	Laboratorio	-	15.5	293 x 10 <sup>6</sup>	Rodríguez <i>et al.</i> , 2007
Desecho	Laboratorio	-	20.5	2.7 x 10 <sup>6</sup>	Rodríguez <i>et al.</i> , 2007
Bagazo	Piso	25.0	13.0	51.3 x 10 <sup>6</sup>	Hernández <i>et al.</i> , 2007

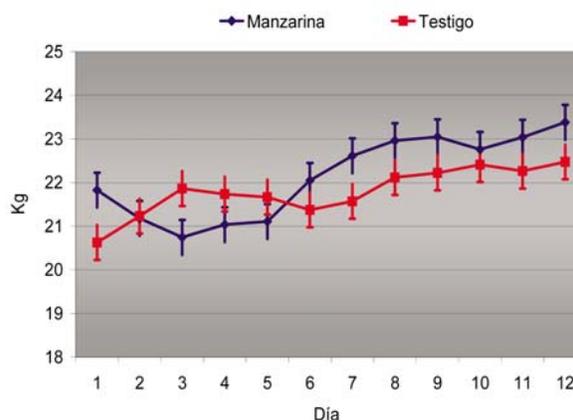
### Uso de la manzarina en raciones para ganado.

*Elaboración de bloques multinutricionales con manzarina.* El uso de bloques multinutricionales constituye una de las formas más prácticas para suplementar el ganado en pastoreo, ya que no solo no se requiere de comederos para ello, sino que a la vez se evitan pérdidas por el viento, como sucede con los alimentos harinosos y a la vez se puede distribuir más adecuadamente el pastoreo dentro del potrero. Al igual que otros ingredientes como la harinolina, la pasta de soya, la urea o incluso el maíz, la manzarina puede constituir un ingrediente alternativo para la elaboración de bloques fraguados, los cuales incluso pueden ser elaborados por el propio productor.

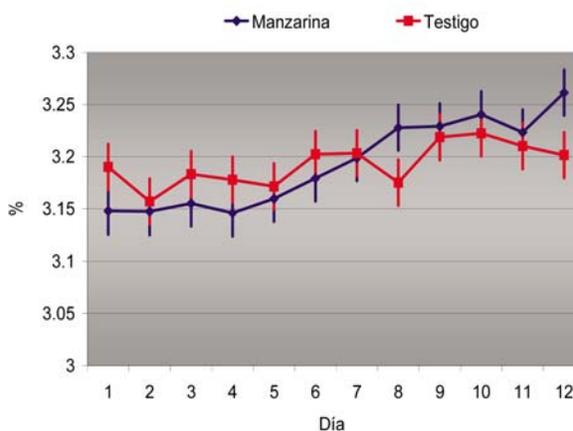
En un estudio desarrollado en el rancho El Cañón, en el municipio de Guerrero, Chihuahua, no se encontró diferencia en la ganancia de peso de becerros alimentados con dos diferentes fuentes de proteína en bloques multi-nutricionales a base de harinolina y manzarina, con valores de 621 y 603 gramos diarios, respectivamente. Los novillos fueron alimentados durante 60 días con una mezcla de forrajes hecha a base de ensilaje de maíz, forraje verde de pradera y rastrojo de maíz, 600 gramos de maíz y block multi-nutricional a libre acceso (Lucero, 2008).

*La manzarina en dietas para vacas Holstein en producción.* En un estudio llevado a cabo en el municipio de Aldama, Chih., utilizando 22 vacas lecheras en producción, se encontró un aumento en la producción de 780 ml de leche por día en las vacas que estuvieron consumiendo la dieta cuya fuente de proteína fue la manzarina, en comparación con las vacas cuya fuente de proteína fue la pasta de soya (Figura 1). Las vacas fueron alimentadas durante 48 días con concentrado, más heno de alfalfa y avena a libre acceso. Los componentes fisicoquímicos de la leche no mostraron cambios significativos con ninguna de las dos dietas utilizadas (Figura 2), (Gutiérrez, 2007).

**Figura 1.** Producción diaria de leche de vacas alimentadas con dietas con y sin manzarina.



**Figura 2.** Contenido de sólidos totales de la leche de vacas alimentadas con dietas con y sin manzarina.



*La manzarina en dietas para ovinos en engorda.* En un estudio llevado a cabo recientemente en la Facultad de Zootecnia y Ecología, en el que se engordaron durante 56 días 24 borregos de la craza terminal Charolais con Dorper y Katahdin, con un peso inicial promedio de 25.4 kg y final de 42.4 kg. Se utilizaron dietas con y sin manzarina en sustitución de la pasta de soya como fuente proteica y heno de alfalfa de primera calidad como forraje, y se obtuvieron ganancias de peso de 313 y 302 gramos diarios, y conversión alimenticia de 4.48 y 4.54 para los borregos alimentados con y sin manzarina en la dieta, respectivamente. La ganancia promedio de machos fue de 328 gramos por día, en tanto que las hembras ganaron 281 gramos diarios (Hernández, 2008).

*La manzarina en dietas para bovinos en engorda.* A fin de evaluar la manzarina en la engorda de ganado bovino, se alimentaron a 26 vacas adultas Angus x Charolais durante 56 días, con tres semanas de adaptación. Las vacas fueron divididas en dos tratamientos cuyas raciones utilizadas se muestran en el Cuadro 3, y alimentadas a libre acceso con pesajes individuales cada 14 días.

**Cuadro 3.** Dietas con y sin manzarina utilizadas en la engorda de vacas adultas.

Ingredientes	Con manzarina		Sin manzarina	
	Base húmeda		Base húmeda	
Ensilaje de maíz	5.295	(40.0%)	5.305	(40.0%)
Maíz rolado	3.599	(27.2%)	4.533	(34.2%)
Manzarina	1.985	(15.0%)	...	
Semilla de algodón	1.059	(8.0%)	1.061	(8.0%)
Paja de avena	0.79	(6.0%)	1.862	(14.0%)
Melaza de caña	0.397	(3.0%)	0.397	(3.0%)
Sal común	0.039	(0.3%)	0.039	(0.3%)
Suplemento mineral 12%	0.039	(0.3%)	0.039	(0.3%)
Marmolina	0.031	(0.2%)	0.023	(0.2%)
<b>Totales</b>	<b>13.23</b>	<b>(100%)</b>	<b>13.26</b>	<b>(100%)</b>
Costos (\$) / ton	1625 / ton		1626 / ton	

Los resultados mostraron un mejor comportamiento productivo de las vacas alimentadas con la dieta conteniendo manzarina, como se aprecia en el Cuadro 4. El consumo de alimento de las vacas engordadas fue de 13.24 y 13.26 kg d<sup>-1</sup> respectivamente, para los animales de TM y TC, y aunque no hubo diferencia significativa para esta variable (P<0.05), las vacas con dietas con manzarina, tuvieron un 14 % más de aumento de peso, ya que la conversión alimenticia estimada se mejoró en 1.43 con la inclusión de la manzarina en la dieta, lo que indica que se requiere 1.43 kg menos de alimento por kg de aumento de peso, con una ganancia de peso de 1.35 vs 1.18 kg d<sup>-1</sup>, y un costo por kilogramo de ganancia menor (\$ 15.97 vs 18.30) respectivamente, para los tratamientos TM y TC. Estos resultados permitieron una reducción sustantiva en el costo por kg de aumento de peso de \$ 2.33 menor para las vacas que consumieron la dieta con manzarina; esta pequeña diferencia a la largo llega ser importante en los costos productivos y sobre la ganancia neta de la engorda en corral.

De igual forma y aunque no se detectó diferencia estadística significativa, se observaron mejores características de la canal, tales como rendimiento de la canal, grosor de grasa dorsal y área del ojo de la chuleta en las vacas alimentadas con manzarina en la dieta (Rodríguez-Muela *et al.*, 2009).

**Cuadro 4.** Resultados obtenidos en la engorda de vacas adultas alimentadas con dietas con y sin manzarina.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Consumo de alimento (g/día)	Ganancia de peso (kg/día)	Conversión alimenticia	Costo por kg de aumento (\$/kg)
Testigo	397.4	471.6	13.26	1.180	11.23	18.30
Manzarina	417.5	505.9	13.24	1.350	9.80	15.97

Rodríguez-Muela *et al.*, 2009

## La manzarina como alimento nutracéutico.

Los alimentos nutracéuticos son alimentos o parte de un alimento que proporciona beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y/o el tratamiento de enfermedades, además de poseer una capacidad terapéutica definida. Aparte de su papel nutritivo básico, también son productos de origen natural con propiedades biológicas activas. El mundo de los nutracéuticos es el mundo de los medicamentos de origen natural.

Gracias a los altos niveles de levaduras y antioxidantes naturales, la manzarina probablemente pueda ser considerada como un alimento nutracéutico más que como un suplemento proteico, ya que es sabido que las levaduras favorecen la fermentación ruminal al utilizar el oxígeno que entra al rumen con el alimento, favoreciendo de esta forma el crecimiento de bacterias ruminales que actúan en la fermentación del alimento. Las levaduras también sirven de alimento para dichas bacterias y activan el crecimiento de estas. Por su parte, los antioxidantes naturales de la manzarina pueden evitar la oxidación de la membrana celular de la pared ruminal durante el estrés oxidativo, por la acidosis láctica que tiene lugar con dietas altamente energéticas como en el ganado en engorda y en las vacas lecheras. De la misma forma es posible que los antioxidantes de la manzarina puedan ayudar a reducir el alto número de células somáticas en leche durante el estrés oxidativo producido por la mastitis en vacas en producción (Gallegos, 2007). Sin embargo, hace falta mayor investigación al respecto, ya que con los trabajos desarrollados al momento, no es posible concluir algo al respecto.

## Conclusiones

La manzarina es un alimento producto de la fermentación en estado sólido de subproductos de manzana, que de acuerdo a su nivel de proteína puede ser considerado

como un suplemento proteico que puede ser usado como cualquier otro ingrediente en raciones para ganado.

Alrededor de 60 % de la proteína total de la manzarina es de origen bacteriano, lo que le atribuye un alto valor biológico.

Es factible el uso de hasta un 25 % de manzarina en la elaboración de bloques multinutricionales para suplementar raciones de novillos en corral o ganado en pastoreo.

La manzarina puede ser incluida en dietas para engorda de vacas adultas hasta en un 15 % de la ración total.

Hace falta más investigación para determinar si la manzarina puede ser usado como un alimento nutracéutico que mejore la fermentación ruminal y ayude en la prevención de daños causados por la acidosis láctica y la mastitis.

## Literatura citada

- ACOSTA, L., J. F. 2008. Consumo de forraje y ganancia de peso de becerros comerciales para exportación, suplementados con bloques multinutricionales elaborados con manzarina. Tesis de licenciatura. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- BECERRA, B., A. 2006. Aprovechamiento de subproductos de manzana mediante la producción de proteína microbiana con fermentación en estado sólido para la alimentación animal. Disertación doctoral. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- DÍAZ, P., D. 2006. Producción de proteína microbiana a partir de manzana de desecho adicionada con urea y pasta de soya. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- ELÍAS, A., O. Lezcano y F. R. Herrera. 2001. Algunos indicadores bromatológicos y productos finales de la fermentación para la obtención de cuatro tipos de *saccharina* inoculados con Vitafert. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 35(2):153-158.
- FUNDORA, O., P. Martín, A. Elías y R. Llerandi. (1996). Efecto de la suplementación proteica de raciones basadas en *saccharina* rústica para bovinos en crecimiento-ceba. *Rev. Cubana de Ciencia. Agric.* 30:163
- GALLEGOS, A., M. A. 2007. Conteo de células somáticas en leche, actividad antioxidante del plasma y componentes celulares sanguíneos de vacas Holstein en producción alimentadas con manzarina en la dieta. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- GUTIÉRREZ, P., F. J. 2007. Efecto de la manzarina sobre los componentes fisicoquímicos y producción de leche. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.

- HERNÁNDEZ, G. C. 2008. Cinética de fermentación *in vitro*, comportamiento productivo y características de la canal de ovinos engordados con y sin manzarina. Tesis de maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua. México.
- MILLER, W. M. 1977. Yeast. In Food, Agriculture and Nutrition. McGRAW-HILL Encyclopedia of Science And Technology. 4<sup>TH</sup> Edition. 679 p.
- RODRÍGUEZ-MUELA, C., S. Romero-Villalobos, H. E. Rodríguez-Ramírez, A. C. Arzola-Álvarez, A. Flores-Mariñelarena, G. Corral, O. La O-León and A. Grado-Ahuír. 2009. Antioxidant activity of plasma and carcass characteristics of mature cow fed with manzarina. *J. Anim. Sci.* Vol. 87, E-Suppl. p. 91.
- RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, H. E., C. Hernández-Gómez, C. Rodríguez-Muela, O. Ruiz-Barrera and F. Salvador-Torres. 2007. Protein production by solid state fermentation of apple waste and pomace. *J. Anim. Sci.* Vol. 85, Suppl. 1. p. 285.
- VALIÑO, E., A. Elías, V. Torres y N. Albelo. 2002. Study of the microbial content on fresh sugar cane bagasse as substrate for animal feeding by solid state fermentation. *Cuban Journal of Agricultural Science.* 36(4):359-364.
- SIAP. 2006. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 22/Jul/2008. 

Este artículo es citado así:

Rodríguez-Muela, C., A. Becerra-Bernal, H. E. Rodríguez-Ramírez, D. Díaz-Plascencia, C. Hernández-Gómez, F. Gutiérrez-Piña, M. A. Gallegos-Acevedo, S. Romero-Villalobos y F. Lucero-Acosta: 2010. *Aprovechamiento de subproductos de manzana mediante la producción de manzarina para la alimentación animal. TECNOCIENCIA Chihuahua* 4(3): 164-169.

## Resúmenes curriculares de autor y coautores

**CARLOS RODRÍGUEZ MUELA.** Es Ingeniero Zootecnista desde 1982 y estudio la maestría en producción animal en 1992 y el doctorado con especialidad de nutrición animal en 1999 en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Se ha desempeñado como maestro investigador de tiempo completo en la facultad de zootecnia desde 1982, impartiendo diversas cátedras de licenciatura y posgrado habiendo formado a la fecha 8 maestros en ciencias y 2 doctores. Cuenta con el perfil PROMEP desde el 2001. Actualmente es miembro del Cuerpo Académico de Nutrición Animal (UACHIH-CA1) y cultiva la línea de investigación «Bio-procesado y evaluación integral de alimentos para animales». Ha sido responsable técnico de 8 proyectos de investigación financiados por diversas Instituciones y dependencias oficiales y ha participado en más de 25 congresos Nacionales e Internacionales y publicado diversos trabajos como resultado de la investigación desarrollada por más de 20 años. Ha colaborado como asesor técnico de diversas dependencias públicas y privadas como ALBAMEX, SA de CV, Fundación Produce Chihuahua y la Unión Ganadera Regional de Chihuahua, además de otros organismos y empresas privadas, relacionados con la producción animal en el estado.

**AGUSTÍN BECERRA BERNAL†.** Realizó estudios de licenciatura en la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit en 1986. En 1998 obtuvo la maestría en Ciencias en Producción Animal y en 2006 el doctorado en producción animal con especialidad en nutrición animal en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua. De 1982 a 1992 se desempeñó como técnico laboratorista del departamento de suelos y de 1992 a 1994 fue auxiliar de investigador en la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. De 1994 al 2008 se desempeñó como maestro investigador de tiempo completo en la Universidad autónoma de Nayarit impartiendo diversas cátedras de licenciatura y posgrado y dirigiendo proyectos de investigación.