



ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar

ISSN: 0138-6204

revista@icidca.azcuba.cu

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Cuba

Santana-Hernández, Elizabeth; Marcet-García, Enrique; Martínez-Padrón, Eddy; Carrillo-Ulloa, Raúl; Marcet-Sánchez, Marcelo Enrique

El jugo de caña de azúcar como aditivo en la reutilización del bagazo de malta
ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 51, núm. 3, septiembre-diciembre, 2017, pp. 28-34

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Ciudad de La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223158039005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

El jugo de caña de azúcar como aditivo en la reutilización del bagazo de malta

Elizabeth Santana-Hernández^{1*}, Enrique Marcet-García², Eddy Martínez-Padrón¹, Raúl Carrillo-Ulloa³, Marcelo Enrique Marcet-Sánchez¹

1. Universidad de Matanzas - Sede "Camilo Cienfuegos". Carretera de Varadero, kilómetro 3 ½, Matanzas, Cuba. *elizabeth.santana@umcc.cu
2. Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría". Calle 114, # 11901, e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, Cujae. La Habana. Cuba.
3. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA). Carretera al Guatao Km 3½, La Lisa. La Habana. Cuba.

RESUMEN

Este trabajo aborda la reutilización del bagazo de malta cervecero empleando el jugo de caña de azúcar. Se describe la composición química y valor nutricional del jugo de caña y del bagazo de malta. También se expone la necesidad de reutilizar el bagazo y cómo el jugo de caña es un aditivo para ello. Se explica cómo obtener una gama de productos útiles por varios procesos químicos y bioquímicos a partir de la mezcla jugo-bagazo. Por último, se analiza la importancia de aplicar dicha estrategia de reutilización para el mejoramiento de la economía nacional cubana.

PALABRAS CLAVE: jugo de caña, bagazo de malta, reutilización.

ABSTRACT

This work is about of the reutilization of brewer's spend grain employing the sugar cane juice. The chemical composition and nutritional value of the juice of cane and brewer's spend grain are described. In addition, it is expose the necessary to reuse the brewer's spend grain and how the juice of cane is an additive for that. It is explain how to get a range of useful products by several chemical and biochemical process employing a juice- brewer's spend grain mixture. Finally, it is analyze the importance to apply this strategic of reutilization for the improvement of the Cuban national economy.

KEYWORDS: sugar cane juice, brewer's spend grain, reutilization.

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI ha permitido abrir nuevas puertas a las tecnologías de generación de alimentos. Sin embargo, esta industria está generando graves problemas sanitarios en cuanto a la conciencia ambiental que entraña cada ciclo de producción. Gran parte del trabajo actual que se realiza para contrarrestar esta situación está encaminado a guiar una producción donde estas tecnologías permitan un uso más integral de las materias primas orgánicas que consumen, siendo la reutilización

de los desechos industriales de origen agrícola una forma de contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente.

Una de las principales industrias mundiales que genera relativamente grandes cantidades de estos desperdicios son las industrias cerveceras siendo los más comunes los granos de cebada maltada ya utilizados, también conocidos como bagazo de malta, y el *trub* (en caliente y en frío) (1).

Como el bagazo de malta constituye un subproducto industrial sólido, es necesario contar con un solvente extractor que permita solubilizar

muchos de los elementos nutritivos y el sabor a malta que aún posee al salir de la fábrica y que además funcione como un medio de reacción durante el proceso de reutilización. El jugo de caña de azúcar proporciona el medio y la composición idóneos para llevar a cabo estos mecanismos químicos y bioquímicos los cuales permiten convertir este residuo en productos de alto valor agregado. La planta piloto de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", dedicada a la producción de bebidas fermentadas, destiladas y energéticas, tiene como unas de sus líneas de investigación la reutilización de este desecho industrial empleando para ello el jugo de caña.

Jugo de caña de azúcar. Composición química y valor nutricional

La caña de azúcar está constituida fundamentalmente por jugo y fibras. Cualitativamente, el jugo de caña o guarapo, como también se le conoce, es principalmente agua y un conjunto de sólidos disueltos y en suspensión. El análisis químico de este producto de la industria azucarera (ver tabla 1) evidencia que entre los sólidos disueltos o solubles se encuentran azúcares como la glucosa, la fructosa y la sacarosa, siendo este último su componente mayoritario. Otros de estos compuestos son los llamados "no azúcares" que consisten en sustancias nitrogenadas como aminoácidos y proteínas, grasas, ceras, pectinas, ácidos orgánicos y colorantes, además de sustancias inorgánicas que están representadas por las cenizas. También contiene pequeñas cantidades de almidón en forma de gránulos, aproximadamente entre 50 y 70 mg/L. Los sólidos en suspensión son principalmente residuos fibrosos resultado del proceso de molienda de la caña (2).

La propia composición del jugo de caña ha dado lugar a que sea visto con gran interés por muchos científicos e investigadores a la vez que han surgido diversas ideas de cómo combinarlo con otros alimentos y así aprovechar sus cualidades. Estudios recientes han comprobado, además, la existencia en el guarapo de sustancias con importante actividad antioxidante proporcionándole un valor adicional para la nutrición y el mantenimiento de la salud. Entre estos estudios se destaca el de Duarte *et al.* (2006) quienes encontraron que el extracto de la caña de azúcar contiene una serie de compuestos fenólicos como los flavonoides y los ácidos cinámicos, entre estos últimos, la apigenina, luteolia, derivados de tricina, ácidos cafeico y sinápico e isómeros del ácido clorogénico, todos ellos en niveles de alrededor de 160 mg/L (3). Estos valores indican que el consumo de 250 mL de guarapo representa una ingesta de 40 mg de compuestos fenólicos, lo que equivale

Tabla 1. Composición química del jugo de caña (5)

Componentes	Sólidos solubles (masa %)
Azúcar	75,0-92,0
Sacarosa	70,0-88,0
Glucosa	2,0-4,0
Fructuosa	2,0-4,0
Sales	3,0-4,5
Ácidos inorgánicos	1,5-4,5
Ácidos orgánicos	1,0-3,0
Aminoácidos	0,5-2,5
Otros no azúcares orgánicos	
Proteínas	0,5-0,6
Almidón	0,001-0,050
Gomas	0,30-0,60
Ceras, grasas y fosfatídicos	0,05-0,15
Otros	3,0-5,0

a una fuente importante de esos compuestos en la dieta (4).

Bagazo de malta. Composición química y valor nutricional

Bagazo de malta (BM) o afrecho, son los dos nombres con los que comúnmente se le conoce a los granos gastados de cebada malteada. Se genera luego que los granos malteados son sometidos a cocción, hervor, y finalmente separados por filtración una vez concluida la etapa de maceración durante la elaboración de la cerveza. Actualmente constituye el producto secundario más abundante de la industria cervecera a nivel mundial (alrededor de un 85 % del total de residuos generados). Sus cantidades constituyen como promedio un 31 % del peso total de la malta original, representando aproximadamente 20 kg por 100 L de cerveza producida (6). Por otra parte, luego de su prensado industrial y separación del mosto dulce, no se le han extraído totalmente los nutrientes y el sabor y aroma característicos que posee, los que podrían aprovecharse en la elaboración de otros productos si el BM entra nuevamente a la cadena productiva. Una parte de estos componentes se relacionan en la tabla 2.

Mezcla de jugo de caña y bagazo de malta

El afrecho representa un subproducto sólido y para su reutilización, es necesario contar con un medio líquido que permita su combinación. Dado sus propiedades y facilidad de adquisición el jugo de caña resulta apropiado.

Primeramente, se recomienda que el bagazo a utilizar se encuentre lo más fresco posible y que

no lleve un tiempo después de la separación mayor de 24 horas. Esta medida de seguridad se debe a que las elevadas temperaturas ambientales y humedad que se registran en el país, sobre todo en verano, puede traer consigo alteraciones

Tabla 2. Composición química del bagazo de malta (7)

Componentes	(% p/p)
Celulosa	16,78
Hemicelulosa	28,42
Lignina total	27,78
Ceniza	4,60
Proteínas	15,25
Minerales	(mg/kg)
Calcio	3515,0
Sodio	309,3
Potasio	258,1
Magnesio	1958,0
Hierro	193,4
Manganeso	51,4
Fósforo	5186,0
Sulfuro	1980,0
Silicio	10740,0

por enmohecimiento, putrefacción y cambio de pH lo cual lo haría no apto para su reutilización.

Obtención de bebidas destiladas

El BM se somete a un proceso de pretratamiento, que consiste en ahumarlo a partir de la combustión de las cáscaras de coco para inferirle un agradable olor a humo. El BM se adiciona a un tanque de fermentación o biorreactor junto con una cantidad suficiente de jugo de caña que va a constituir el medio de reacción y agua para ajustar el brix final a 16 °B. Se le añade enzimas exógenas como las alfa-amilasas y proteasas que van a permitir la degradación de azúcares complejos que queden en el jugo y el bagazo a azúcares más simples como la glucosa y la obtención de aminoácidos provenientes de péptidos y proteínas remanentes, respectivamente. Toda esta mezcla se pone a macerar. Este proceso entraña calor lo cual permite que las enzimas se activen y comiencen a romper los enlaces alfa (1-4) que unen las unidades monosacarídicas y los enlaces peptídicos. Como resultado de este proceso se obtiene un bagazo residual (subproducto) que aún tiene muchas propiedades nutritivas y además un mosto aromático. Este mosto va a estar constituido fundamentalmente por una fase acuosa prove-

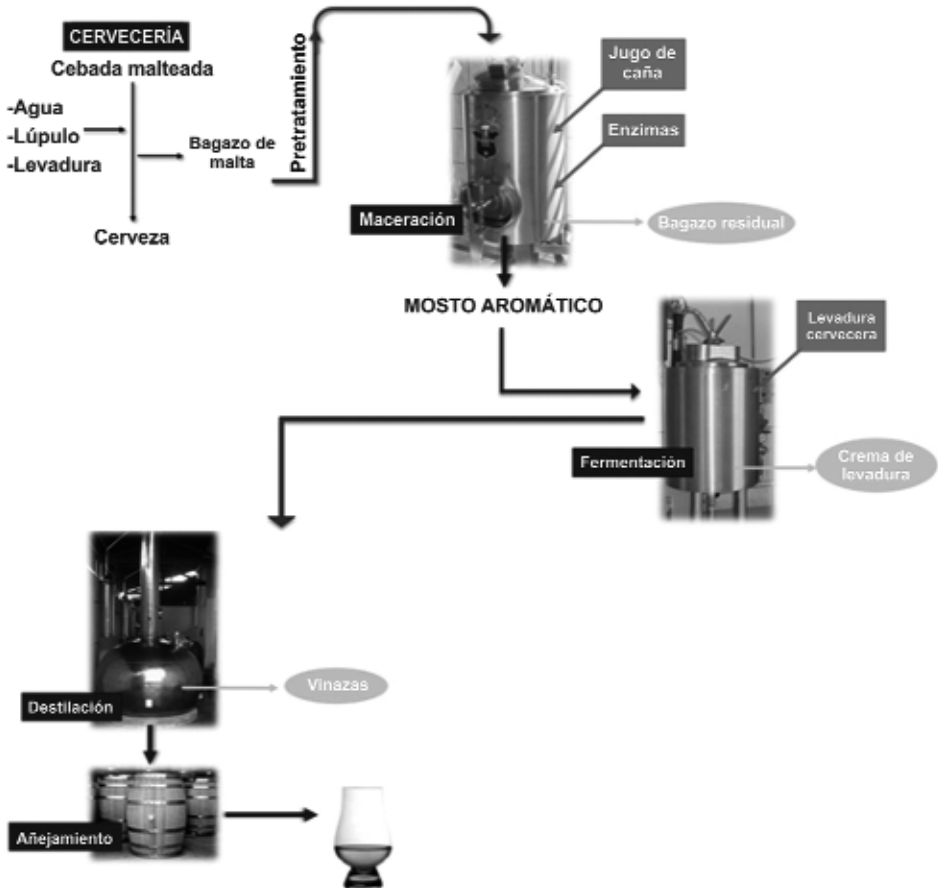


Figura 1. Producción de bebidas destiladas y subproductos a partir de la mezcla de jugo de caña y bagazo de malta.

niente del jugo de caña, pero que se encuentra enriquecido de azúcares como la glucosa, elementos proteicos y otros, provenientes del jugo y del BM inicial.

El mosto aromático se pone a fermentar junto a levaduras cerveceras del género *Saccharomyces*. Como en todo proceso fermentativo, se obtiene al final una crema de levaduras (subproducto) enriquecida y crecida en estos microorganismos y además un mosto fermentado.

Dicho mosto contiene un porcentaje importante de alcohol proveniente de la fermentación de los azúcares (glucosa, fructuosa) presentes tanto en el jugo como en el residuo cervencero. Por tanto una idea para su utilización es destilarlo y así separar el alcohol y otros componentes. De esta forma se obtiene por una parte el etanol y por otra las vinazas (subproducto) (ver figura 1).

Procesamiento de los subproductos

Las bebidas destiladas obtenidas de la mezcla, fermentación y destilación del jugo de caña con el BM generan a su vez nuevos subproductos (bagazo residual, crema de levaduras y vinazas), que pueden constituir un punto de partida para obtener nuevos productos.

El bagazo residual es un subproducto interesante dado su contenido en fibras y materiales lignocelulósicos. La celulosa, uno de sus principales componentes, ha sido muy estudiada y aplicada durante algunos años como una vía alternativa para la producción de bioetanol. Por estas razones una de las ideas para aprovechar este subproduc-

to es someterlo a un proceso de fermentación. Para ello se realiza un pretratamiento e hidrólisis, luego se deja fermentar y el fermento obtenido se destila para la obtención de bioetanol. Por otra parte, el bagazo también puede someterse a un proceso de digestión anaerobia para la producción de metano en biodigestores. De igual forma, puede emplearse para obtener un preparado alimenticio para la nutrición animal dado su alto contenido en proteínas y fibras.

La crema o caldo de levaduras posee un porcentaje elevado de compuestos nitrogenados como proteínas, peptonas y nucleoproteínas (35-65 % de su materia seca), sales minerales y vitaminas del complejo B así como provitamina D y pequeñas cantidades de vitamina E, un factor anti-esterilizante. En estudios realizados se ha comprobado que puede funcionar como un excelente alimento animal y que los rumiantes lo ingieren sin registrar procesos digestivos anormales siempre que esté bien conservado (8).

Las vinazas, por su parte, también poseen propiedades que las hacen interesantes para continuar empleándolas dentro de la cadena productiva. Al igual que el bagazo residual pueden someterse a digestión anaerobia para la producción de metano. Pueden concentrarse y emplearse como agente anticorrosivo o incinerarse para producir fertilizantes orgánicos en la irrigación agrícola al contener en términos generales altas cargas de sólidos disueltos, minerales y materia orgánica como polímeros nitrogenados y fenoles (9) (ver figura 2).

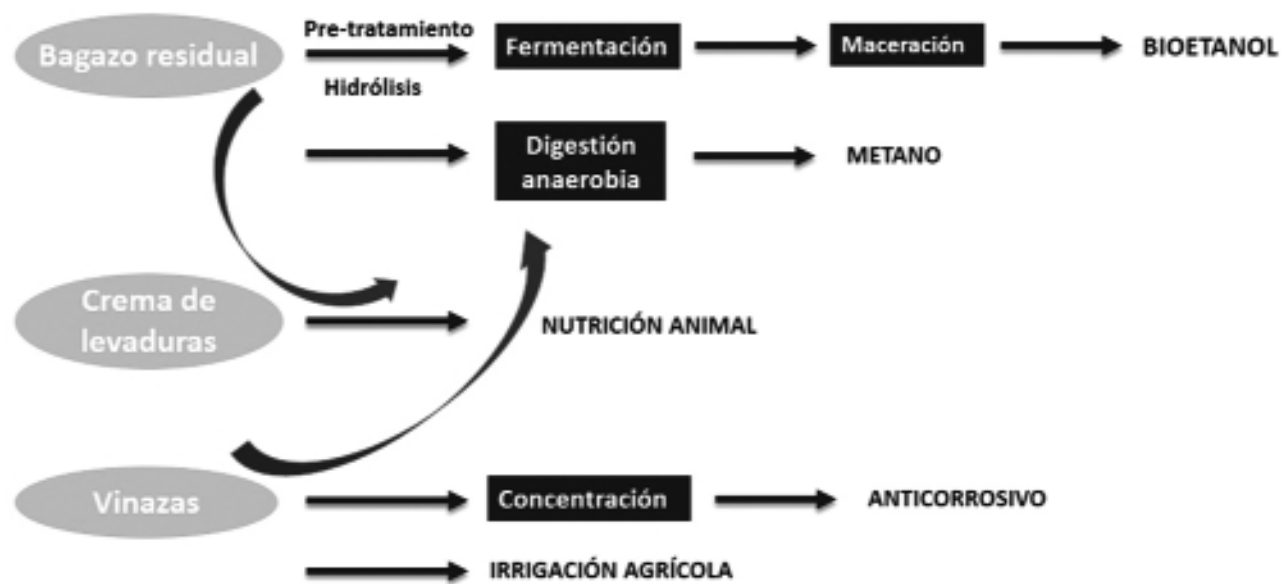


Figura 2. Procesamiento de los subproductos obtenidos de la mezcla de jugo de caña y bagazo de malta.

Producción de bebidas fermentadas

El jugo de caña también puede emplearse como adjunto en la reutilización del BM durante la elaboración de cerveza. El adjunto es aquel sustituto que se adiciona en ciertas ocasiones a la cerveza y que tiene como función la de aportar sabor, aroma, nutrientes o simplemente ser un suplemento adicional de azúcares fermentables. En este caso, el jugo de caña contiene un elevado porcentaje de estos azúcares provenientes fundamentalmente de la sacarosa, elementos nutricionales que le pueden imprimir nuevos valores a la cerveza y además sustituye al agua que es el medio líquido imprescindible para la maceración. Según la proporción de azúcares presentes en el jugo de caña, se pueden obtener cervezas más o menos dulces o de mayor o menor porcentaje alcohólico. Para la obtención de cervezas menos alcohólicas, se mezcla el BM con jugo de caña previamente filtrado y diluido para asegurar que la concentración final de etanol sea baja. Se le añaden enzimas exógenas como las alfa-amilasas y papaína (proteasa)

que recuerdan a la original al poseer aroma a malta, amargor y color característicos, resulta agradable al paladar y, sobre todo, es mucho más económica (ver figura 3).

Producción de bebidas energéticas

No solo se pueden obtener bebidas destiladas o alcohólicas a partir de la mezcla del jugo de caña con el bagazo de malta, sino también bebidas con propiedades energéticas. La producción se basa en mezclar el BM con el jugo de caña, igualmente filtrado y diluido, se le añade arroz caramelo, color caramelo y se pone a macerar con enzimas exógenas. El producto obtenido se somete a cocción, filtración y por último a carbonatación. Como resultado se obtiene una bebida energética dado su valor en hidratos de carbono, aminoácidos, vitaminas y minerales, todos ellos extraídos del residuo agrícola y del jugo de caña disueltos a su vez en la fase acuosa del guarapo agregado. Por su color oscuro, sabor a malta y dióxido de carbono disuelto tiende a parecerse a la "malta" o "malti-



Figura 3. Producción de bebidas fermentadas de bajo porcentaje alcohólico (cerveza) a partir de la mezcla de jugo de caña y bagazo de malta.

que tienen la función de romper los enlaces glicosídicos y obtener azúcares simples de otros más complejos presentes en el jugo y el bagazo. Se pone a macerar, se filtra y se le añade el lúpulo. Finalmente, se obtiene una cerveza que si bien no cumple con la ley de pureza redactada por Guillermo IV de Baviera pues no proviene de la cebada malteada y agua (componentes originales) sino de bagazo y jugo de caña, sí posee ciertas pro-

na" que se consume y que proviene originalmente de la cebada malteada, con gran aceptación de las personas que gustan de los refrescos o bebidas carbonatadas (ver figura 4).

Importancia económica

El jugo de caña funciona como un aditivo eficaz en la reutilización del bagazo de malta evitando la contaminación que puede causar su salida y



Figura 4. Producción de bebidas energéticas.

estancia prolongada en el medio ambiente. Dichos productos podrían ofrecer pequeños pero importantes alivios en varias esferas de la economía nacional y local, estatal y no estatal. Por ejemplo, el etanol producido en este proceso puede añejarse en barriles de cedro para la producción de Whiski (en caso que el BM esté ahumado) y rones y aguardientes (empleando el mismo procedimiento pero sin ahumar). Dichas bebidas podrían comercializarse. Esta sería una alternativa interesante para las fábricas de bebidas alcohólicas, más si se dedican a la elaboración de cerveza (fábricas cerveceras o minicervecerías) pues obtendrían mayores ganancias recuperando un desecho de su propia producción. No se debe pasar por alto que la cebada malteada es un cereal importado con altos precios en el mercado mundial.

Por otra parte, la aplicación del BM y la crema de levaduras constituye una opción de alimento animal, ya que se ha visto que el BM aumenta la apetitocidad de las raciones, aporta proteínas de alto valor biodinámico, ayuda a la ingestión y al aumento de la digestibilidad de la materia seca de los forrajes e incrementa la producción cárnica y

lechera (8), y el contenido de sólidos disueltos y grasa en la leche.

También el suelo agrícola cubano se puede favorecer por la aplicación de fertilizantes como las vinazas frente a los fertilizantes químicos. Según Hernández (11), su aporte al suelo incrementa los rendimientos de la caña y de azúcar.

La producción y venta de bebidas de bajo porcentaje alcohólico como la cerveza y de bebidas energéticas como la malta, obtenidas del jugo de caña y el bagazo de malta residual, pueden encontrar un lugar en los mercados nacionales por tener buenas características organolépticas y bajos costos de producción.

CONCLUSIONES

El jugo de caña resulta ser un aditivo interesante en la reutilización del bagazo de malta, un excedente de producción de la industria cerveceras. Permite ampliar la cartera de productos a nivel nacional tanto para la alimentación humana y animal. Argumentar las conclusiones centrándose en su uso como bebida y alimento animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ishiwaki, N, Murayama, H, Awayama, H, Kanauchi, O, Sato, T. Development of high value uses of spent grain by fractionation technology. MBAA Technical Quarterly 37, 261-265, 2000.
2. Meade, GP y Chen, JP. Sugar cane handbook. 10 ed. John Wiley and Sons, New York: Willey-Interscience Publication, 1977. 947.

3. Duarte, JM; Vidal, A; Fallarero, A; Lajolo, FM y Genovese, MI. Antioxidant activity of phenolics compounds from sugar cane (*Saccharum officinarum* L.). *Juice Plant Foods for Human Nutrition* 61: 187-192, 2006.
 4. Solís, JA; Calleja, K y Durán de Bazúa, MC. Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar a partir del guarapo. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ) (México)* 25 (1): 53-62, 2010.
 5. Chen, CP; García, CA y Álvarez, C. Manual del azúcar de caña para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados. México, D.F. México: Ed. Limusa, 1991. 1200.
 6. Reinold, MR. Manual práctico de cervejaria. First ed. São Paulo: Aden Editora e Comunicações Ltda, 1997. 214.
 7. Mussatto, SI. Aproveitamento integral de subproduto da indústria cervejeira em processos químicos e biotecnológicos. (Tesis inédita de Doctorado en Biotecnología Industrial). Escuela de Ingeniería de Lorena, Universidad de Sao Paulo, 2007.
 8. Romagosa, JA. Subproductos de la industria cervecera en la alimentación del ganado. Madrid: Ministerio de Agricultura. Publicaciones de Extensión Agraria, 1979. (Hojas Divulgadoras / MA; 15/79).
 9. García, A y Rojas, CA. Posibilidades de uso de la vinaza en la agricultura de acuerdo con su modo de acción en los suelos. *Nota Técnica Técnicaña* 10 (17): 3-13, 2006.
 10. Lezcano, P. 2011. Alternativas para el procesamiento y utilización de los alimentos no convencionales en animales monogástricos. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, versión electrónica disponible en el sitio: <http://www.sian.info.ve/porcinos/.../terenc/plezcano.htm>
 11. Hernández Melchor, GI; Salgado García, S; Palma López, DJ; Lagunes Espinoza, LC; Castelán Estrada, M y Ruiz Rosado, O. Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de Chiapas. *Interciencia* 33 (11): 855-860, 2008.
-