

# LAS VINAZAS DE DESTILERÍA DE ALCOHOL. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL O TRATAMIENTO PARA EVITARLO

Pedro Lezcano y Luís M. Mora  
Plezcano @ica.co.cu y lmora@.co.cu

Instituto de Ciencia Animal, apdo.24. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

Las vinazas de destilería de alcohol se encuentran entre los residuales orgánicos de mayor efecto contaminante sobre la flora y la fauna del planeta. La problemática principal radica en que por cada hectolitro de alcohol producido a partir de miel final, se obtienen de manera adicional 15 hectolitros de vinaza como residual, con una Demanda Química de Oxígeno (DQO<sub>5</sub>) entre 60 y 70 g/l y un Ph alrededor de 4. En muchos lugares esta vinaza es vertida en ríos, lagos, presas y canales sin ningún tratamiento, contaminan en gran medida las fuentes de aguas superficiales y subterráneas con un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Por citar un ejemplo, en Cuba si las 12 destilerías que posee el Ministerio del Azúcar trabajaran a plena capacidad, la vinaza generada, si no es tratada provocaría una contaminación equivalente a 6 millones de habitantes (Valdés y Obaya 1997).

Las actuales perspectivas a nivel mundial de incrementar la producción de alcohol a partir de jugos y melazas para su empleo como combustible automotor (Gálvez 2005), incrementa grandemente el peligro de una mayor contaminación, si no se aplican tecnologías que disminuyan la carga

contaminante.

Por todo lo anterior nos proponemos en esta oportunidad abordar el caso de las vinazas de las destilerías de alcohol por su importancia, agresividad e incremento sostenido en los próximos años.

## QUÉ ES LA VINAZA DE DESTILERÍA Y COMO SE PRODUCE

En los diccionarios enciclopédicos la vinaza se define como: Vino inferior lleno de posos y heces. Líquido espeso que queda después de la fermentación y destilación con un color café oscuro.

En una destilería de mediano tamaño que producen diariamente 50.000 litros de alcohol base 96<sup>0</sup>, se generan diariamente 750 m<sup>3</sup> de vinaza (ICIDCA 1988), 225.000 m<sup>3</sup> en 300 días de un año, cifra suficiente para preocupar a más de un entendido en la materia y más aún si sabemos que en la mayoría de los países y lugares donde existen destilerías estas son vertidas libremente sin ningún tratamiento. Las melazas provenientes de caña de azúcar son las que mayores concentraciones de residuos orgánicos y químicos aportan. En el Cuadro 1 aparece la composición física y química de algunos componentes de la

**Cuadro 1. Composición física y química de la vinaza**

Indicador, %	TAIWAN		CUBA	
	MOCHIA	NAN SING	H. MOLINA	HABANA
Brix	13,1	12,7	7,7	10,2
Ph	4,1	5,1	4,4	4,2
Nitrógeno total	0,25	0,24	0,73	0,83
Sólidos totales	11,9	11,5	7,1	9,5
Ceniza	3,9	2,2	1,3	2,3
Materia orgánica	7,1	7,6	6,4	7,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,014	0,013	0,023	0,015
CaO	0,57	0,32	-	-
K <sub>2</sub> O	1,53	1,06	-	-

ICIDCA, 2000

vinaza producida en diferentes destilerías cubanas y de Taiwán (ICIDCA 2000) y en el Cuadro 2 la composición química de la vinaza concentrada a 60<sup>o</sup> brix, producida en Brasil.

**Cuadro 2. Composición Química de la Vinaza concentrada a 60<sup>o</sup> Brix.**

Indicador	%
Sólidos totales	60,0
Sólidos volátiles	44,2
Carbono	22,0
Proteína bruta	9,1
K <sub>2</sub> O	5,7
SO <sub>4</sub>	4,7
CaO	2,7
ClNa	2,2
MgO	0,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2

Fuente: Proquip S.A. (1990)

Como puede apreciarse con independencia del grado de concentración en sólidos totales y orgánicos hay una riqueza en nutrientes como minerales, nitrógeno y energía que bien pueden aprovecharse y de paso resolver el gran problema que significa la contaminación ambiental.

### EMPLEO DE LAS VINAZAS

Debido a su riqueza en minerales algunos ensayos como enmiendas al suelo y fertilizantes en el cultivo de la caña de azúcar han sido realizados en diferentes países como Cuba, Colombia y Brasil; pero a pesar de obtenerse mejoras en sus rendimientos su uso ha estado limitado al tipo de suelo y lo relacionado con el bajo Ph limita su empleo y no guarda relación con los grandes volúmenes que se producen diariamente. El bajo contenido de sólidos totales que fluctúa entre 8 y 10% también ha reducido su empleo cuando se trata de transportarlo.

Otra alternativa ha sido su uso directo como alimento en cerdos en crecimiento y acabado, mediante su concentrada hasta 60<sup>o</sup> brix. En este sentido García *et al.* (1991) sustituyeron hasta 15% el grano de sorgo por vinaza concentrada sin afectar ningún indicador del comportamiento con respecto al tratamiento control. De igual forma, Sarria y

Preston (1992) sustituyeron el jugo de caña hasta un 20% por vinaza concentrada en cerdos de engorde sin ningún tipo de problemas en el comportamiento de los animales, pero igualmente los niveles que pueden utilizarse están limitados.

También ha sido objeto de ensayos con resultados promisorios la digestión anaerobia en plantas para producir biogás y que puede utilizarse como fuente de energía en la caldera de la propia destilería, con un ahorro significativo del combustible convencional (Valdés *et al.* 1992); el lodo residual puede emplearse como alimento animal o como biofertilizante. Esta tecnología tiene el inconveniente que la inversión inicial es costosa, aunque se recupera en el tiempo si se emplea eficientemente el biogás y el lodo producido.

### SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE LAS VINAZAS

La problemática actual relacionada con el combustible fósil no renovable llamado petróleo, su empleo indiscriminado, las guerras y otras causas mantienen precios elevados y los pronósticos plantean que se mantendrán altos en los mercados internacionales, además de su menor oferta por agotamiento en un futuro no lejano como se ha planteado en numerosas reuniones internacionales. Por lo anterior, diferentes instituciones de investigación - desarrollo se han dado a la tarea de buscar nuevas fuentes alternativas de energía. Una de las variantes que se emplearán a corto plazo es la producción de etanol a partir de la fermentación anaeróbica como jugos y melazas de caña de azúcar, melazas de remolacha y granos de cereales (Gálvez 2005).

En el Cuadro 3 pueden verse los altos rendimientos en litros de alcohol/ha de diferentes materias primas y cómo la caña de azúcar es la más promisoriosa en el trópico, estando un grupo de países a la cabeza de esta alternativa como es el caso de Brasil, Colombia, México y otros.

Resulta de interés comentar que un incremento sostenido de la producción de alcohol para uso automotor en mezclas con gasolina que van desde 5 hasta 20%, reduce

**Cuadro 3. Fuentes de energía y rendimientos en la producción de alcohol**

Materia prima	t/ha	L de alcohol/t	l de alcohol/ha
Caña	70	80	5542
Maíz	8	380	3028
Yuca	14	170	2428
Remolacha	70	100	6971

Tomado de Gálvez (2005)

la contaminación ambiental por la eliminación del plomo y los aditivos que se emplean en la gasolina, pero por otro lado se incrementa la vinaza e inevitablemente deberá tener algún tratamiento, si no queremos continuar contribuyendo en la reducción de las fuentes de agua potable existentes u otros impactos negativos en el medio ambiente.

**LAS VINAZAS COMO MATERIA PRIMA PARA PRODUCIR LEVADURA TORULA**

En Cuba desde la década del 70 se tiene una amplia experiencia en la producción de levadura torula (*Candida utilis*) a partir de la fermentación de la miel final. Numerosas investigaciones realizadas en estos años (Lezcano 1976, Mora 1979, Boucourt 1982, Cervantes *et al.* 1984, Maylín *et al.* 1987, Figueroa y Ly 1990, Lezcano *et al.* 1990 y Mederos *et al.* 1993) en cerdos y (Valdivié 1976 y Álvarez y Valdivié 1980) en aves, han demostrado la efectividad de esta fuente proteica en animales monogástricos al sustituir parcial o totalmente a la harina de soya, tanto en dietas convencionales como en no convencionales a base de mieles de caña.

En el Cuadro 4 aparece un resumen de los principales indicadores productivos logrados en cerdos en crecimiento. Sin

embargo esta fuente proteica ha tenido un cuestionamiento en cuanto a sus costos de producción, en comparación con el precio a que generalmente se adquiere la soya en los mercados. El problema está en los gastos energéticos durante el proceso de producción y los insumos destinados, como es el caso de la miel final utilizada (4,0-4,5 t de miel final/t de torula seca) y las estrategias actuales de utilizar la miel para producir alcohol como combustible automotor.

Sin embargo, desde hace más de 20 años, Almazán *et al.* (1982) ensayaron a nivel de laboratorio, mezclar la vinaza de destilería con miel final o jugo de caña para producir levadura torula, lo que ha sido factible en la medida que el cultivo de levadura que está creciendo se alimente a partir de los nutrientes que aporta la vinaza y el resto de los aditivos como sulfatos, fosfatos y otros nutrientes que son necesarios para cubrir los requerimientos de las levaduras. Posteriormente diversos ajustes en la tecnología han permitido producciones importantes de esta levadura a partir de vinazas como sustrato energético (Estévez 1999), lo que permite reducir costos por este concepto. También se ha visto que el proceso puede integrarse a la

**Cuadro 4. Principales resultados del comportamiento de cerdos en crecimiento con levadura torula.**

Categoría	Concepto	Aumento, g/día	Conv.kgMS/kg	Fuente
Ceba	MB-Crema torula	701	4,5	Lezcano <i>et al.</i> (1990)
Ceba	MB-Torula seca	740	4,2	Maylín <i>et al.</i> (1988)
Ceba	MR-Torula seca	850	3,7	Figueroa <i>et al.</i> (1990)
Ceba	Maíz-Torula seca	860	3,1	Figueroa y Ly (1990)
Preceba porcina	Maíz-Torula	350	2,9	Mora (1979)
Preceba porcina	MR-Torula seca	392	2,7	Mederos <i>et al.</i> (1993)

MB= Miel B, MR= Miel rica

energía producida de bagazo durante la época de zafra, que es mucho menos costosa que de otras fuentes y en su conjunto hace más viable la producción de levadura a partir de este residual tan agresivo y perjudicial (Saura *et al.* 2002).

En general la levadura producida mantiene características muy parecidas a la anterior en cuanto al color, textura, sabor, nivel de proteína, fuente de lisina y vitaminas del complejo B, así como adecuado nivel de fósforo entre sus mejores aportes. En recientes ensayos (Cuadro 5, datos no publicados), se han logrado ganancias de peso por encima de los 700 g diarios al sustituir el 66% de la harina de soya en una dieta de maíz en cerdos en crecimiento. En esta prueba todos los animales consumieron adecuadamente la norma de alimentación ofertada. Al mismo tiempo en condiciones de producción en unidades porcinas del Ministerio del Azúcar, se han logrado ganancias de peso entre 550 y 600 g/día. Se continúan ejecutando pruebas de extensión en cerdos en instalaciones cercanas a estas fábricas, que pueden catalogarse de satisfactorias hasta el momento.

Como se mencionó anteriormente, la torula producida a partir de miel final y secada ha estado cuestionada económicamente, pero en el caso que nos ocupa ahora la vinaza no cuesta y por el contrario tiene un valor inestimable que no siga contaminando (¿Cuánto vale no contaminar?); además se sabe que en forma de crema puede emplearse perfectamente sin afectar el comportamiento animal y se reduce considerablemente el costo por concepto de secado. Las predicciones anteriores pueden contribuir objetivamente a hacer competitivo el costo de producción de

la levadura torula.

Para Cuba que ya dispone de una inversión ejecutada de 10 plantas de torula, la opción de producir proteína por esta vía puede ser la más razonable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, de lo contrario, tendrían que cerrarse las mismas por tiempo indefinido. Todos estos indicios enumerados anteriormente desde el punto de vista biológico, han permitido el reinicio de investigaciones en forma integrada en el que participan varias instituciones, entre las que se encuentran el Instituto de Ciencia Animal (ICA), Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP) y el Grupo Empresarial del Ministerio del Azúcar en la provincia de Cienfuegos. Este proceso de plantas de torula cercanas a las destilerías, también se convierte en fuente de empleo de numerosos trabajadores e incrementa el desarrollo industrial de la zona.

#### CONSIDERACIONES FINALES

- La levadura torula producida a partir de sustrato de miel final es una excelente fuente proteica comparable a la harina de soya pero muy cuestionada por sus elevados costos de producción y la poca disponibilidad actual de miel final para este fin.
- Es factible el empleo de la vinaza como fuente de energía para producir levadura torula, dando un uso importante a este residual de un alto efecto contaminante sobre el medio ambiente.
- Es necesario continuar los estudios relacionados con el perfeccionamiento del producto a nivel de planta y las pruebas de índole nutricional y fisiológica.

**Cuadro 5. Sustitución parcial de harina de soya por torula de vinazas en dietas de maíz para cerdos en crecimiento.**

Indicadores	Sustitución de la proteína de la soya por levadura, %			ES ±
	0	34	66	
Peso inicial, kg.	26,19	25,69	25,44	0,26
Peso final, kg.	57,25	55,13	54,94	0,26
Ganancia peso vivo diario, g	739	700	702	28
Consumo B S, kg	76,3	76,3	76,3	
Conversión MS kg/kg	2,46	2,60	2,59	0,12
Conversión proteica kg/kg	0,44	0,46	0,46	0,08

- Cuantificar en forma integral el impacto económico y ambiental de producción de levadura por esta vía y el costo final de la t de carne.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almazán, O., Klibansky, M. y Otero, M. 1982. Producción de proteína Unicelular a partir de subproductos de la industria azucarera. Editorial Científico Técnica, La Habana, 77 p.
- Álvarez, R. y Valdivié, M. 1980. Energía metabolizable y retención en dietas con levadura torula para pollos de engorde. Rev. cubana Cienc. Agric. 14:55.
- Boucourt, R. 1982. Digestibilidad de la levadura torula en cerdos alimentados con dietas de miel final de caña. Tesis Dr. En Ciencias Veterinarias, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. 98 p.
- Cervantes, A., Maylin, A. y Ly, J. 1984. Utilización de distintos tipos de mieles suplementadas con levadura torula en crema para cerdos en ceba. Cienc. Tec Agric. Ganado Porcino, Vol. 7 no. 1.
- Estévez, R. E. 1999. Manual de Operaciones de las plantas de levadura de Vinazas, La Habana, Cuba.
- Figueroa, V. y Ly, J. 1990. Alimentación porcina no convencional. Serie Diversificación. GEPLACEA-PNUD, MEXICO, D.F. 215 p.
- Galvéz, L. 2005. Etanol. Producción y tendencias de desarrollo. Conferencia Polo Científico del Oeste. La Habana, Cuba.
- García, A., Duarte, F. y Magaña, A. 1991. Crecimiento y finalización de cerdos con diferentes niveles de vinaza. Livestock Research for Rural Development. Vol.3, number 1.
- ICIDCA, 1988. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Manual de los Derivados de la Industria Azucarera. Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba. Serie Diversificación.
- ICIDCA. 2000. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Manual de los Derivados de la Industria Azucarera . Editorial Científico Técnica , La Habana, Cuba. p 409.
- Lezcano, P. 1976. Utilización de las levaduras cubanas como suplemento proteico en dietas a base de mieles en la alimentación porcina. Tesis Dr. en Ciencias Veterinarias. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. 119 p.
- Lezcano, P., Ríos, I., Velásquez, M., Díaz, J. y Castro, M. 1990. Efecto de la suplementación minero-vitamínica en dietas de crema torula y miel B para cerdos en crecimiento. Rev. Cubana Cienc. Agric. 24:309
- Mederos, C.M., 1993. Utilización de la miel rica en la alimentación de cerdos al destete. Tesis Dr. en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de la Habana. 110 p.
- Mora, L. M. 1979. Utilización de la levadura torula como fuente proteica para cerditos destetados temprano. Tesis Dr. en Ciencias agropecuarias. Instituto de ganadería Kostimbrod, Sofía, Bulgaria. 120 p.
- Saura, G., Valdez, I. Martínez, A., Reyes, E., Pascual, A. y Otero, A. 2002. Tecnología de producción de levadura utilizando las vinazas de destilería como fuente mayoritaria de carbono y energía. Instituto Cubano de Investigaciones del los Derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). Vol. 36 (2), p 20.
- Valdivié, M. 1976. Levadura torula desarrollada en miel final y desecada para la ceba de pollos .1 Niveles de inclusión en aves en crecimiento. Rev. Cubana Cien. Agric. 10:179.
- Valdés, E. y Obaya, Cristina 1997. Caracterización y usos de mostos de la industria alcoholera. 47 Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba., Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba. Resúmenes.
- Valdés, E.; Obaya, Cristina; Ramos, J. y León, O. L. 1992. Tratamiento de los residuales de la producción de alcohol mediante el proceso UASB. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. (ICIDCA) (1), p 32.