



— ENERGÍA

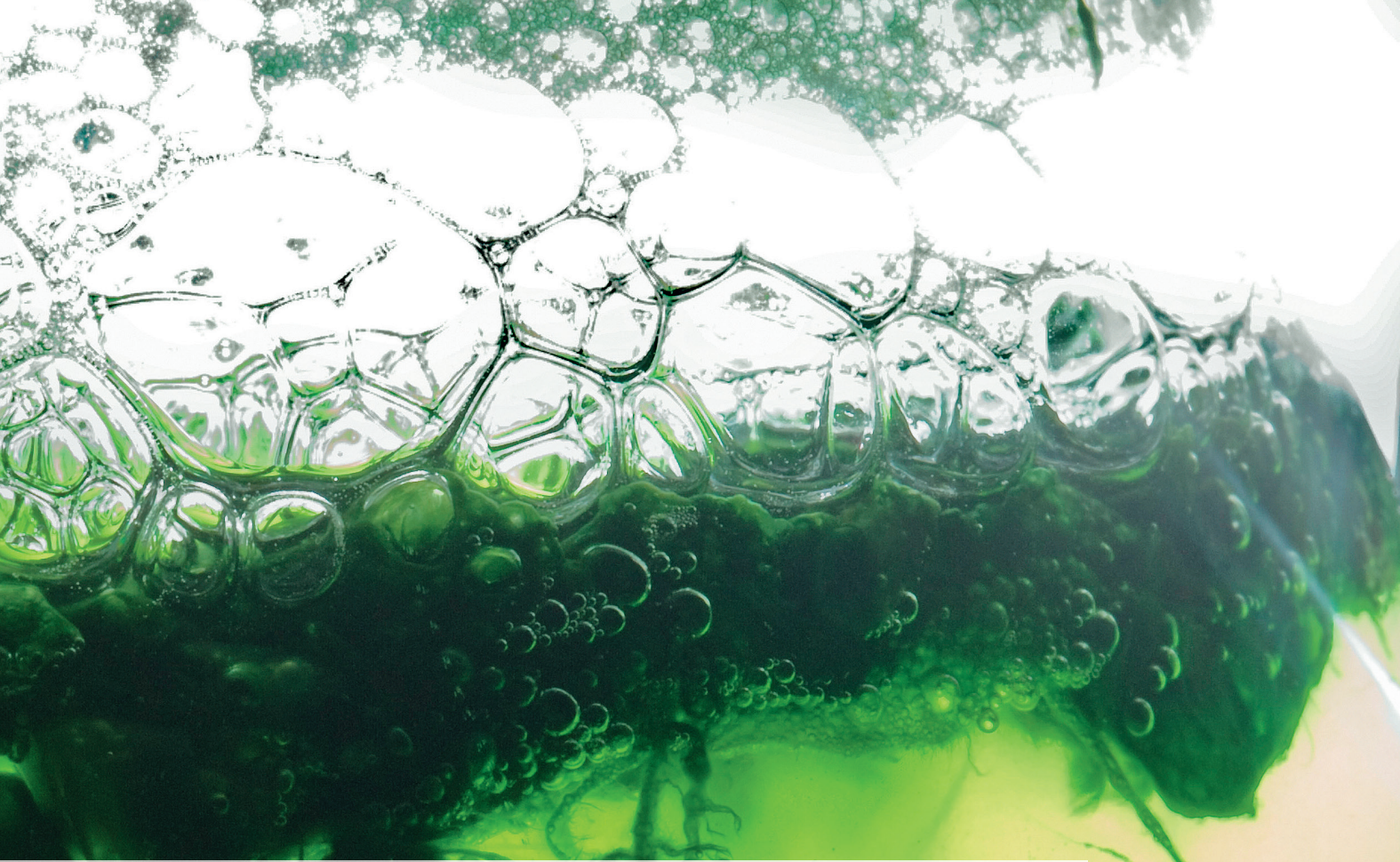
Vinaza alternativa

El residuo de la producción del
etanol puede utilizarse para
elaborar biodiesel

TEXTO **Marcos de Oliveira**

FOTOS **Eduardo Cesar**





La combinación de microalgas y vinaza para producir biodiesel constituye un reto para la empresa paulistana Algae Biotecnologia. Y la novedad en este caso es la utilización de la vinaza, puesto que la producción de biodiesel a partir de algas es algo que ya hacen algunas empresas de Estados Unidos. El residuo de la producción del etanol se caracteriza no sólo por el fuerte mal olor que exhala, sino también por contener riqueza en sales minerales, principalmente potasio, y poseer altos tenores de materia orgánica con elevada acidez. También denominada *vinhoto* o *restilo* en Brasil, se convirtió a mediados de los años 1970 en la villana del Proalcohol, el programa gubernamental que dio como resultado la utilización del etanol como combustible. Desechada como efluente en ríos y lagunas, produjo mortandad de peces y contaminó las aguas, afectando a las napas freáticas de algunas localidades. A partir de 1978, normas y leyes específicas a nivel federal y estadual, elaboradas principalmente por la Compañía de Tecnología para el Saneamiento Ambiental (Cetesb) del estado de São Paulo, obligaron a los productores a darle un destino ambiental correcto y comercialmente interesante al residuo. La solución consistió en utilizarlo como abono en las propias plantaciones de caña. Desde entonces, la vinaza es rociada por medio de tuberías de irrigación, en un proceso denominado fertiirrigación, o bien transportada

en camiones para su aplicación directa en los cultivos. Esto constituye un sólido escenario para la industria sucroalcoholera, pero el volumen crece en forma descomunal. Por cada litro de etanol se producen al menos 10 litros de vinaza.

En 2010 se produjeron 25 mil millones de litros de etanol y consecuentemente, más de 250 mil millones de litros de vinaza resultantes de la destilación del vino obtenido en el proceso de fermentación del jugo de caña. Tamaño volumen demanda alternativas y otros tipos de utilidad aparte de la fertilización. Pero, a contramano de esos usos y apuntando a una producción de etanol más rentable en algunos grandes establecimientos a los que les insume grandes gastos el transporte de la vinaza, ha surgido un nuevo proceso destinado a disminuir la cantidad del residuo mediante el aumento del tenor alcohólico en la etapa de fermentación, desarrollado por la empresa Fermentec, de Piracicaba, en el interior paulista. “Debido a ese aumento, es posible reducir la producción de vinaza a la mitad”, dice el ingeniero agrónomo Henrique Amorim, socio de Fermentec y profesor jubilado de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) de la Universidad de São Paulo (USP).

Pero aun disminuyendo el volumen de vinaza, todavía sobran anualmente más de 160 mil millones de litros. Una materia prima que podrá utilizarse para la producción de aceite de microalgas para la fabricación de biodiesel, un proceso que ya



En Algae, cultivo experimental de algas

UNA ELECCIÓN ACERTADA

Goldemberg explica que ahora los investigadores involucrados en el proyecto pretenden llevar adelante estudios y desarrollar soluciones con miras a mejorar la eficacia de todo el sistema. La búsqueda comienza con la elección de las microalgas o cianobacterias, unos seres similares a las algas. “Estamos investigando muchas especies, principalmente las que viven en agua dulce”, dice Goldemberg. “Después realizamos una selección para conocer cuáles se adaptan mejor a la vinaza y producen biomasa microbiana con alto contenido de lípidos”, dice el profesor Reinaldo Bastos, del Centro de Ciencias Agrarias, en la ciudad de Araras, perteneciente a la Universidad Federal de São Carlos (UFSCar), colaborador en las investigaciones en Algae, en conjunto con un grupo encabezado por el profesor Eduardo Jacob-Lopes, de la Universidad Federal de Santa Maria, en Rio Grande do Sul. “Ya contamos con alrededor de 20 especies, muchas recolectadas en su ambiente y que están siendo testeadas en cultivos con vinaza”, dice Bastos.

La vinaza funciona como un medio de cultivo para el desarrollo y la multiplicación de las microalgas. En experimentos realizados en otros países, fundamentalmente en Estados Unidos, las empresas que cultivan algas necesitan agregar sales

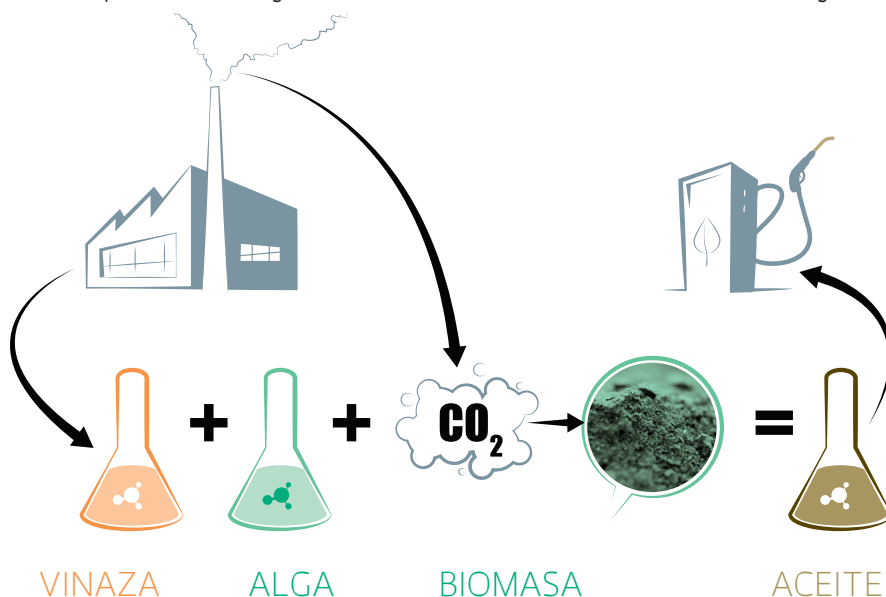
se ha mostrado eficaz en los laboratorios de Algae. “Hemos obtenido excelentes resultados y ahora el desafío es hacer el escalonamiento de la producción de aceite, en plantas piloto hasta 2012, y luego realizar pruebas en una refinería en 2013 y 2014”, expresa Sergio Goldemberg, gerente técnico de la empresa. El aceite se extrae de la biomasa que se forma por la multiplicación de las microalgas cultivadas en la vinaza. Éstas consumen el nutriente del líquido y se multiplican. Algunas especies duplican su propia población en tan sólo un día.

Para la extracción del aceite se requiere de un sistema de centrifugado que separa los lípidos (grasas) de la biomasa. A continuación el material pasa por un secador y el aceite se extrae mediante técnicas mecánicas o químicas. El tenor de lípidos de la biomasa de microalgas llega a un 30%, frente a un 18% de la soja o hasta un 40% del piñón manso (*Jatropha curcas*). Las microalgas incluso presentan otra gran ventaja. Su productividad puede llegar a los 40 mil kilogramos de aceite por hectárea (kg/ha), mientras que la soja llega a 3 mil kg/ha y el piñón manso a 3.500 kg/ha. También puede decirse a favor de las microalgas que el CO₂ producido por las centrales durante la fermentación, que es absorbido por la propia plantación de caña, puede utilizarse para la producción de biomasa, dado que estos microorganismos nece-

sitan CO₂ para desarrollarse. La proteína sobrante del proceso puede emplearse en alimento balanceado para la piscicultura, con lo cual representaría una ganancia adicional para los productores. Para obtener biodiesel, cualquier tipo de aceite, incluso el de las microalgas, atraviesa un proceso de transesterificación, que es una reacción química entre un tipo de alcohol –metanol o etanol– y un lípido que resulta en biodiesel.

La ruta hasta el biodiesel

La vinaza producida en el ingenio se transforma en biomasa debido a la acción de las algas



minerales y nutrientes al agua durante el proceso productivo. “Nosotros contamos con ventajas en relación con ellos porque poseemos un residuo realmente económico para utilizar en la producción”, dice Goldemberg. En Estados Unidos son varias las empresas que utilizan algas para producir biocombustibles, incluso bioquerosén de aviación, aunque todavía no en escala comercial, como es el caso de Solazyme, que cuenta con inversiones de la gigante Chevron, del área del petróleo y energía, Algenol, que coopera con la empresa Dow3, y Sapphire, con inversiones de Cascade, una empresa propiedad de Bill Gates, de Microsoft, aparte de la Fundación Rockefeller. Todas ellas también son financiadas por el Departamento de Energía de Estados Unidos. Los estudios iniciales para el uso de las algas en la producción de biocombustibles empezaron en los años 1980, en el National Renewable Energy Laboratory (NREL), de Estados Unidos. “Pero en aquella época el problema energético y el exceso de CO₂ no eran importantes”, dice Goldemberg, quien es ingeniero agrónomo y trabajó con vinaza en refinerías de etanol antes de fundar Algae. La oleada de proyectos, principalmente en empresas de Estados Unidos, con apoyo gubernamental, comenzó en los años 2000.

“Podríamos haber replicado lo que se hace allá, aunque todavía no existan productos a la venta, pero decidimos seguir nuestras propias ideas y avanzar por un nuevo camino con respecto a la vinaza”, dice Goldemberg, quien es hijo del profesor de la Universidad de São Paulo (USP), ex ministro de Educación y ex secretario de Medio Ambiente del Estado de São Paulo, José Goldemberg. Algae recibe financiación para la investigación

EL PROYECTO

Selección de levaduras en procesos de fermentación con alto tenor alcohólico para la reducción de vinaza y con ahorro energía nº 09/ 52427-2

MODALIDAD

Investigación Innovadora en Pequeñas Empresas (Pipe)

COORDINADOR

Henrique Amorim – Fermentec

INVERSIÓN

R\$ 202.923,42 y US\$ 135.310,28 (FAPESP)

“Identificamos los genes relacionados con la capacidad del organismo para mantenerse activo en una alta concentración alcohólica”, dice Márcio Silva Filho, de la USP

por parte de la Financiadora de Estudios y Proyectos (Finep), en el marco de un proyecto del Programa Subvención Económica, por un monto de 2,5 millones de reales, y con un segundo proyecto, del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), del Fondo de Tecnología (Funtec), que se lleva adelante con la UFSCar, por valor de 3,2 millones de reales, durante tres años, y que recibió también 400 mil reales de la empresa. Algae fue creada en el año 2007 y desde 2009 es una *joint-venture* con el Grupo Ecogeo, un conglomerado de empresas que se desempeña en las áreas de consultoría e ingeniería ambiental que facturó 50 millones de reales en 2010.

LEVADURA ALCOHÓLICA

La producción de biodiesel a partir de la vinaza también puede evitar mayores gastos al productor de etanol que necesita bombear o trasladar lejos ese residuo transformado en abono, además de aportar mayores utilidades con el producto final. La propuesta de la empresa Fermentec para disminuir la producción de vinaza a la mitad puede redundar en un ahorro para los productores. “El traslado hasta 35 kilómetros de distancia desde el lugar de producción de la vinaza solventa el abono, principalmente el cloruro de potasio, que generalmente es importado. Más allá de esa distancia resulta perjudicial”, dice Amorim, de Fermentec. El

proyecto de la empresa consiste en aumentar hasta un 16% el tenor alcohólico en la etapa final de la fermentación –en lugar del valor promedio del 8%–, la etapa en la que las levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae* se encargan de transformar el azúcar en alcohol. Después, en la fase de destilación, el alcohol es separado de la vinaza.

La empresa, que tiene una facturación de 10 millones de reales al año, selecciona linajes de *Saccharomyces* desde 1990 y es responsable por alrededor del 80% de las levaduras utilizadas en las centrales del país. Desarrolla desde hace seis años estudios en relación con la temperatura en el proceso de fermentación y principalmente en la selección de esos microorganismos. A tal fin, reunió a investigadores tales como los profesores Luiz Carlos Basso y Márcio de Castro Silva Filho, de la Esalq, y Pio Colepicolo, del Instituto de Química de la USP, además de Boris Stambuck, de la Universidad Federal de Santa Catarina. Bajo la coordinación de Silva Filho, y con financiación del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), se realizó un estudio destinando a comprender de qué modo las levaduras se adaptan al alto tenor alcohólico de la fermentación. Mediante el análisis de los 6 mil genes expresados de esas levaduras, fue posible reconocer a aquéllos relacionados con esa capacidad del organismo para mantenerse saludable en una alta concentración alcohólica. “Ya hemos detectado una serie de genes, y a largo plazo podremos introducir o modular la expresión de esos genes en las familias de levaduras”, dice Silva Filho. Para seleccionar nuevas levaduras que actúen en una alta concentración alcohólica, Fermentec se encuadró en 2009 en un proyecto del Programa de Investigación Innovadora en Pequeñas Empresas (Pipe) de la FAPESP. “Queremos hallar mejores levaduras que las actuales y que puedan actuar en un 18% de tenor alcohólico, para su utilización en un nuevo proceso de fermentación”, dice Amorim.

Se realizó un estudio exitoso en Usina da Pedra, en el municipio paulista de Serrana. Mediante la fermentación realizada con el 16%, se pudo concretar un ahorro estimado en 7 millones de reales por zafra con la vinaza en esa central. “Ya estamos listos para comercializar el proceso”, dice Amorim. ■