

Las biorrefinerías del futuro

Estudios muestran previsiones sobre la participación del etanol en la agricultura y en la matriz de combustibles

Marcos de Oliveira

PUBLICADO EN FEBRERO DE 2012

El futuro de la producción del etanol parece ser más prometedor que todas los pronósticos realizados hasta ahora. Según un estudio realizado por investigadores de la Universidad de São Paulo (USP), en 20 años será posible abastecer a todo el parque de automóviles del mundo con el etanol y la electricidad producidos en las centrales de caña de azúcar. “Eso puede realizarse utilizando el etanol y la electricidad en forma más eficiente y con vehículos más económicos”, dice Sergio Pacca, docente de la escuela de Artes, Ciencias y Humanidades de la USP Este, en la capital paulista, responsable del estudio junto con el profesor José Roberto Moreira, del Instituto de Electrónica y Energía de la misma universidad, ambos autores del artículo “A biorefinery for mobility?”, publicado en octubre de 2011 en la revista *Environmental Science & Technology*.

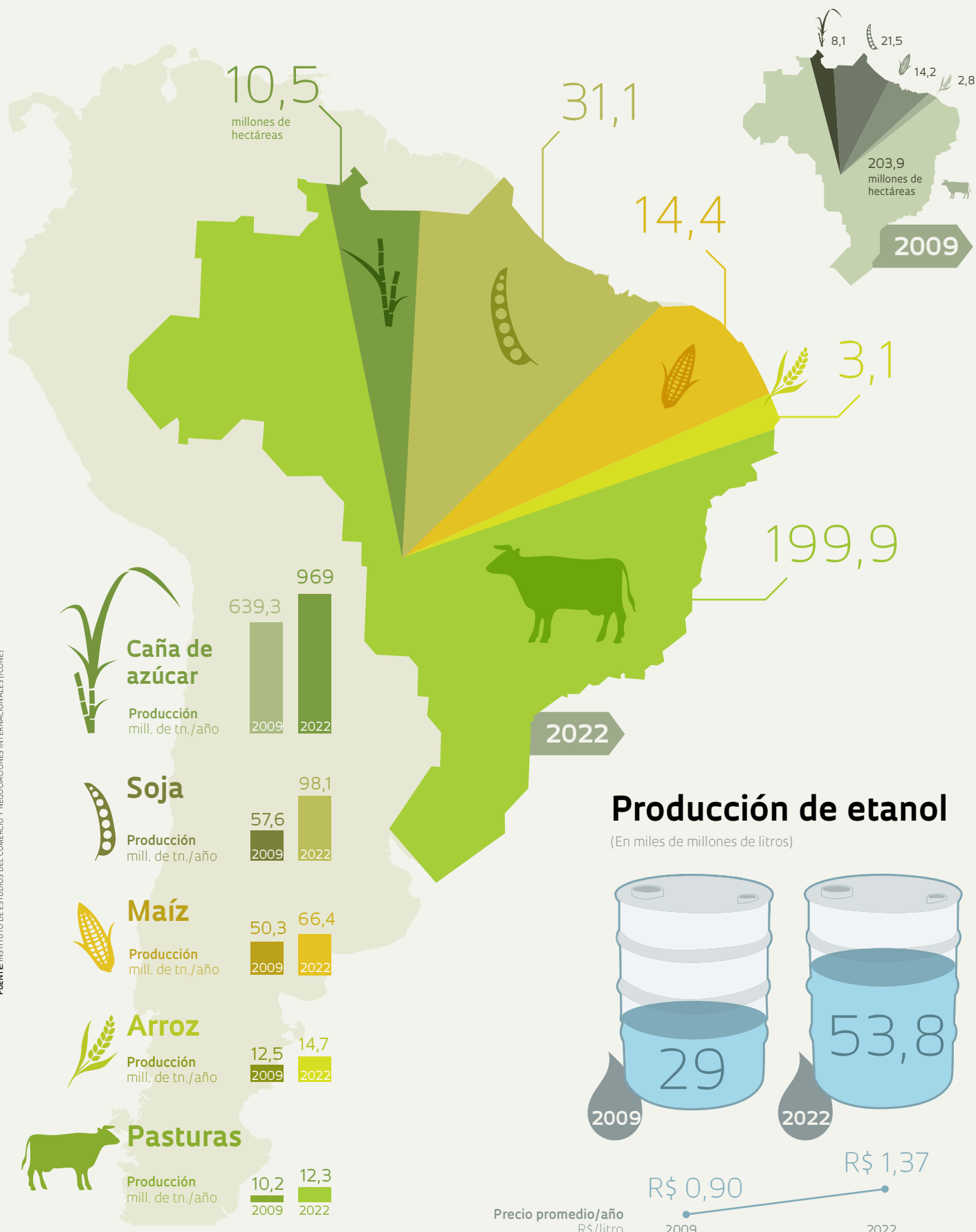
El resultado al que arribaron se basó en los parques automovilísticos de Brasil y Estados Unidos. Para que la caña provea tanto el etanol como la electricidad, ellos calcularon que lo ideal sería que existiese en 2030 una proporción de un 33% de automóviles eléctricos y un 67% de híbridos, automóviles con motores de etanol supereficientes, que recorran 15 kilómetros por litro de alcohol, y motores eléctricos alimentados con la energía generada por el motor de etanol y el frenado del vehículo, similar al Prius de Toyota. Partieron del hecho de que cada automóvil estadounidense realiza 20 mil kilómetros por año y cada automóvil brasileño, 12 mil. De esa manera, sería suficiente una hectárea de caña para 9,2 vehículos en Estados Unidos y la misma superficie para 11,6 vehículos brasileños, siempre y cuando se mantenga la misma proporción de tipos de automóviles.

Como alternativa, todos los automóviles de ambos países podrían ser del tipo híbrido *plug in*, con baterías que serían recar-

gadas por un tomacorriente y un motor de etanol que entra en acción cuando las baterías se descargan, tal como el Volt, de General Motors. El estudio considera la tecnología actual de producción que podría utilizarse en todas las centrales para aumentar la generación de bioelectricidad. Ellos también prevén el uso de un 50% de la paja desechada actualmente en el campo para la producción de energía eléctrica. De esa manera, consideran que sería posible alcanzar los 90 litros de etanol por tonelada de caña (I/TC), cuyo promedio actual es de 83 I/TC, utilizando tan sólo un 4% del área cultivable del planeta. El escenario de los investigadores de la USP está trazado sin la perspectiva de la segunda generación del biocombustible, que se encuentra en desarrollo, con la cual, además del jugo de la caña utilizado actualmente, se pretende utilizar el bagazo y la paja para la fabricación de etanol.

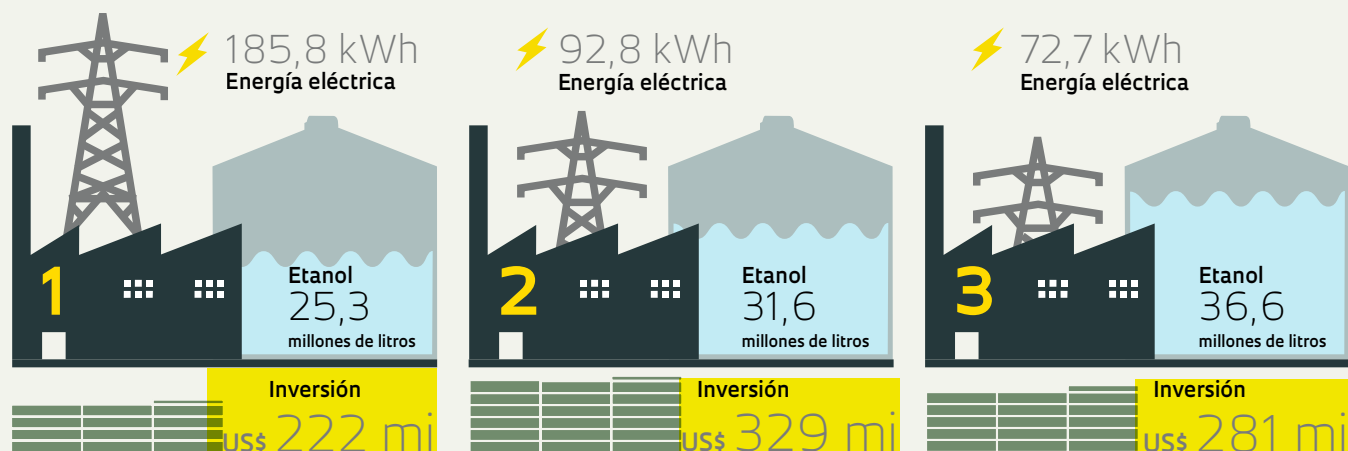
El recuento que hacen para el sector productivo de etanol en Brasil, en 2030, manteniendo la proporción de un 33% de automóviles eléctricos (alrededor de 12 millones de vehículos) y un 67% de híbridos (20 millones), prevé el uso de 2 millones de hectáreas de caña para fabricar alcohol, frente a los 8 millones actuales (la mitad utilizada para la producción de etanol y la otra para producir azúcar), con una producción de 16.300 millones de litros, alrededor de 8 mil millones menos que la producción de la zafra 2010-2011, de 25 mil millones de litros. La superficie plantada de caña disminuye porque crecerá la eficiencia en la producción y los automóviles dependientes del etanol serán más eficientes. Dentro del escenario que describen, se producirían 23 teravatios/hora (TWh) por año mediante la quema del bagazo y la paja tan sólo para impulsar a los automóviles eléctricos del país. El excedente de energía eléctrica, actualmente comercializado, dejaría de existir.

Probable escenario de la producción agrícola en 2022



FUENTE: INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL COMERCIO Y NEGOCIACIONES INTERNACIONALES (ICONE)

Tres escenarios para las biorrefinerías



PRIMERA GENERACIÓN OPTIMIZADA (1G)

Mediante calderas de alta eficiencia y utilización de bagazo y un 50% de la paja para la producción de electricidad

SEGUNDA GENERACIÓN (2G)

1G más hidrólisis enzimática de la celulosa del bagazo con tecnología aún en desarrollo

SEGUNDA GENERACIÓN AVANZADA

1G más 2G con hidrólisis de la hemicelulosa del bagazo con el desarrollo actual en fase de laboratorio

PROPUESTAS EFICIENTES

Pacca considera que para que ese escenario sea posible se necesitarían planes de políticas públicas con incentivos fiscales para quienes adquirieran automóviles híbridos, eléctricos o *plug in* híbridos, además de penalizar con impuestos a los vehículos que consuman demasiada energía. “Se trata de políticas destinadas a promover automóviles más eficientes”. Según el cálculo de Pacca y Moreira, se necesitarían 66 millones de hectáreas de tierra cultivada con caña de azúcar en todo el mundo (en 2010 fueron 23,8 millones) para abastecer todo el parque de vehículos con etanol y electricidad.

“Los cálculos son sólidos, aunque para que ese escenario pueda lograrse será necesario también mejorar la productividad del etanol por hectárea combinado con la segunda generación y nuevas variedades de caña, más allá de aumentar la cantidad de vehículos eficientes”, analiza el profesor Lee Lynd, de la Thayer School of Engineering, del Dartmouth College, en Estados Unidos, y coordinador ejecutivo de Global Sustainable Bioenergy (GSB), una articulación internacional de investigadores en bioenergía.

Los investigadores del Laboratorio Nacional de Ciencia y Tecnología del Bioetanol (CTBE) de Campinas (São Paulo) son menos optimistas en cuanto a la bioelectricidad. En conjunto con la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp), elaboraron el artículo “Second generation ethanol in Brazil: can it compete with

electricity production?”, publicado en la revista científica *Bioresource Technology* en octubre de 2011. En él analizan la influencia de la segunda generación en la producción de etanol. Se trata de tres proyecciones que incluyen el uso de la energía eléctrica generada en la central y las futuras tecnologías de hidrólisis de la celulosa y de la hemicelulosa, que componen el bagazo. “Desarrollamos simulaciones computadas para hacer un seguimiento de las diferentes rutas de aprovechamiento de la producción. Confeccionamos planillas que calculan los riesgos y valores más probables de ocurrir o no”, explica Antonio Bonomi, director de evaluación tecnológica del CTBE.

Uno de los escenarios planteados por los investigadores como modelo de biorrefinería actual basado en la caña de azúcar se basa en la optimización de la primera generación, la que se produce actualmente sin utilizar el bagazo para la producción de alcohol. “Lo primero que ha de resolverse sería el aprovechamiento del 50% de la paja. Hoy en día queda en el campo casi el 100% de las hojas durante la zafra. Hace algún tiempo se las quemaba íntegramente antes de llegar a esa etapa. Ahora comienza a sobrar paja en el campo. Allí se forma un colchón, lo cual dificulta a la máquina [cosechadora] el ingreso al cañamalar. Se estima que sería posible recoger al menos un 50%. Parte de la paja debe quedar en el campo para proteger el suelo de la erosión, mantener la humedad y reciclar nutrientes”, explica Bonomi.

Más allá del uso de la paja, él prevé un incremento en la producción de electricidad mediante la utilización de calderas de alta eficiencia, con presión de 90 bares, en lugar de las actuales, con 22 bares. Eso redundaría en una mayor producción de energía eléctrica, tanto para el mantenimiento de la propia central como para comercializar el excedente en la red. La generación sería de 185 kilovatios/hora por tonelada de caña (kWh/TC) si todas las centrales renovasen las calderas y utilizaran un 50% de la paja. Un incremento de un 620% sobre los actuales 30 kWh/TC. En 2010 se produjeron en Brasil 8.774 gigavatios/hora (GWh) con la caña, según la Unión Industrial de la Caña de Azúcar (Unica), lo cual representó un 2% de los 509 TWh del consumo total de electricidad del país. Mediante la optimización de la primera generación, los investigadores prevén una producción de 89,3 litros por tonelada de caña (l/TC).

En un segundo escenario, los investigadores incorporan la segunda generación. Se trata de la hidrólisis de la celulosa, que

EL PROYECTO

Simulating land use and agriculture expansion in Brazil: food, energy, agro-industrial and environmental impacts – n° 2008/56156-0

MODALIDAD
Proyecto Temático

COORDINADOR
André Nassar – Icone

INVERSIÓN
R\$ 67.886,54 (FAPESP)

representa entre un 40% y un 60% del bagazo, material compuesto incluso por hemicelulosa, entre un 20% y un 40%, y por lignina, entre un 10% y un 25%. Este procedimiento, que también utiliza parte de la paja de la caña, incrementará la producción hasta 110,7 l/TC. No obstante, la producción de energía eléctrica cae hasta 92,8 kWh/TC, la mitad del primer escenario. El biocombustible resulta más rentable en ese caso que la electricidad, aunque en ese panorama el emprendimiento cuente con menor índice de retorno económico, pues la inversión crece mediante la adopción de la segunda generación. “En un estudio realizado por nuestro grupo, calculamos que el rendimiento de la producción de la segunda generación es alrededor de cinco veces mayor que el rendimiento de la electricidad de la cogeneración”, dice Lynd.

La estimación del CTBE para la inversión de la unidad de producción de etanol de primera y segunda generación es de 329 millones de dólares. En el primer escenario, tan sólo con la optimización de la primera generación, la inversión es de 222 millones de dólares. “Eso pesa demasiado, más que el costo de producción, y produce una tasa de retorno menor con

la segunda generación en relación con la primera, optimizada”.

Una de las opciones para mejorar el retorno del productor y que el negocio sea más atrayente consiste en la adopción de la fermentación de las pentosas, un tipo de azúcar producido a partir de la hemicelulosa que puede ser transformado en alcohol. Pero ésa aún no es una tecnología comercial. “Cuando fuera posible utilizar la hemicelulosa y otras tecnologías avanzadas de hidrólisis, la producción de etanol crecería hasta 131,5 l/TC, el peso de la inversión sería menor debido a la venta de mayor cantidad de etanol y los costos disminuirían para el productor, que contaría con un índice de retorno mayor”, dice Bonomi. Mediante la utilización de la hidrólisis, la electricidad generada por las biorrefinerías disminuiría, cayendo desde 185,8 kWh/TC hasta 72,7 kWh/TC. “En Brasil, los productores nunca dejaron de utilizar parte del bagazo y de la paja para generar energía eléctrica para uso propio en las centrales. Ésta es la gran ventaja brasileña”, dice Bonomi.

EL USO DE LA TIERRA

Pero en el exterior se cuestiona el hecho de que Brasil, siendo fuerte en una agricultura volcada a la alimentación, sustituya tierra buena para la producción de alimentos por plantaciones de caña. Un problema inexistente, según un estudio del grupo liderado por el economista André Nassar, del Instituto de Estudios de Comercio y Negocios Internacionales (Icône), financiado por la FAPESP en el marco del Programa Investigación en Bioenergía (Bioen). En 2022, según el escenario elaborado por el instituto, la superficie de cultivo de caña ocupará 10,5 millones de hectáreas frente a 8,1 millones de hectáreas de 2009.

Este crecimiento de un 30% de los cañamelares ocurrirá en la región sudeste, fundamentalmente en áreas de pastoreo de cría de ganado vacuno, y en la región centro-oeste, donde reemplazará áreas tradicionales de cultivo de granos y pasturas. “Actualmente los ganaderos producen mayor cantidad de carne por hectárea. En 1996 se produjeron 6 millones de toneladas de carne, en 184 millones de hectáreas. Diez años después, la producción sumó 9 millones de toneladas de carne en 183 millones de hectáreas. La hacienda, durante ese período, creció de

158 millones hasta 206 millones”, explica la investigadora Leila Harfuch, del Icône. “Las pasturas, entre 2009 y 2022 caerán en alrededor de 5 millones de hectáreas, adecuándose en parte a la expansión de los granos y la caña”.

La conclusión, basada en un modelo creado por el instituto para la oferta y la demanda de productos agrícolas y uso de la tierra en el país, denominado Brazilian Land Use Model, indica que el avance sobre las áreas nativas no ocurrirá con motivo de la producción de biocombustibles, sino por la de alimentos. “La zona donde existe mayor competencia por la tierra y la rentabilidad resulta mayor para el agricultor es el cerrado, lo cual puede generar impacto en las selvas nativas. Pero la intensificación de la producción agropecuaria en el futuro conducirá a una demanda menor por nuevas áreas en comparación con el pasado”.

En lo referente a la producción de etanol, el modelo muestra una evolución desde 29 mil millones de litros, en 2009, hasta 53,8 millones de litros, en 2022, sin tener en cuenta a la segunda generación. “Nosotros suponemos que las exportaciones hacia Estados Unidos alcanzarán 9 mil millones de litros por año en 2022”. La investigación se realizó con anterioridad al anuncio del fin del arancel a la importación de aquel país anunciada en diciembre. “Calculamos ese escenario de 9 mil millones de litros porque los estadounidenses deberán disminuir el consumo de combustibles fósiles y, consecuentemente, reducir los gases de efecto invernadero emitidos, y el etanol de caña de azúcar brasileño y el del maíz, producido por ellos, cumplirán parte de esa misión”, dice Leila.

“Las proyecciones para el potencial de la energía de la biomasa deben ser muy cautelosas, principalmente en un mundo enfocado hacia la energía sostenible y el desarrollo de las economías rurales que los biocombustibles pueden ofrecer, si se los implementa con precaución”, completa Lynd. ■

Artículos científicos

1. Pacca, S.; Moreira, J.R.. A biorefinery for mobility? **Environmental Science & Technology**. v. 45 (22), p. 9498-505. Online el 3 de octubre de 2011.
2. Dias, M.O.S.; Bonomi, A. *et al.* Second generation ethanol in Brazil: Can it compete with electricity production? **Bioresource Technology**. v. 102, n. 14, p. 8.964-71. oct. 2011.

