

# Vuelo verde

Promueven mediante un estudio la producción de bioquerosén para la aviación civil

Marcos de Oliveira

PUBLICADO EN JULIO DE 2013

**Y**a está calculado. La aviación comercial deberá reducir en un 50% las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para 2050 en relación con lo que emitieron los motores de los aviones en 2005. Para ello, instituciones y empresas en distintos países están llevando a cabo un gran esfuerzo de investigación y desarrollo para obtener un JP o queroseno que no provenga del petróleo, sino de fuentes renovables y que emita menos gases nocivos en la atmósfera. El bioquerosén o bioqueroseno, tal como se lo viene llamando, cuenta con grandes probabilidades de ubicar nuevamente a Brasil como un importante polo mundial en cuanto al desarrollo y producción de un biocombustible, tal como sucedió con el alcohol y el biodiésel. Esta tendencia despunta en el estudio intitulado “Plan de vuelo para los biocombustibles de aviación en Brasil: plan de acción”, presentado al comienzos del mes de junio en São Paulo y patrocinado por dos de los tres mayores fabricantes de aviones del mundo, Boeing y Embraer, con financiación de la FAPESP y coordinado por el Núcleo Interdisciplinario de Planificación Estratégica (Nipe) de la Uni-

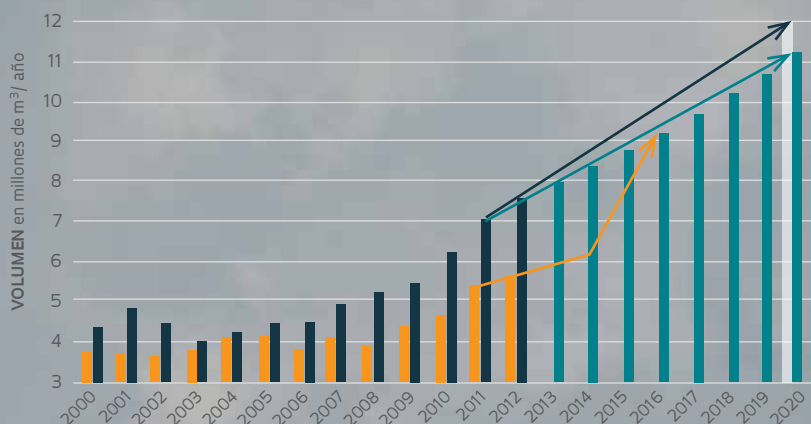
versidad de Campinas (Unicamp). En dicho estudio, desarrollado a lo largo de un año con la realización de 8 *workshops*, también participaron 33 colaboradores, entre empresas nacionales e internacionales, universidades e institutos de investigación.

La investigación plantea varias rutas tecnológicas que pueden partir de diversas materias primas –desde la tradicional caña de azúcar hasta algas, grasa animal, aceites vegetales, material lignocelulósico, féculas y basura urbana– y valerse de distintas tecnologías de conversión y refinación para la obtención del bioquerosén. El estudio señala que en esas etapas todavía existen varias lagunas importantes de índole tecnológica y de costos por superarse. Se trata de dificultades técnicas que requerirán la participación de todos los involucrados en el tema, desde los fabricantes de aviones hasta empresas de aviación, desarrolladores y proveedores de combustible, además de las entidades mundiales de certificación. Otro factor que debe considerarse es el de la logística de producción y distribución del biocombustible para los 108 aeropuertos nacionales donde operan

La flota de Embraer: la empresa se une con Boeing para explorar alternativas al querosén de petróleo

# Consumo y proyección para el futuro

La aviación comercial brasileña crecerá un 5% anual, en promedio, hasta 2020



- Producción de combustible de aviación en Brasil
- Consumo de combustible de aviación en Brasil
- Proyección de la producción en Brasil
- Proyección de consumo estimada por la Asociación Nacional de Empresas Distribuidoras de Combustible (Sindicom)
- Proyección de consumo estimada por la Empresa de Investigación Energética (EPE)

FUENTE: ANP 2012

Las refinerías brasileñas producen el 75% del combustible consumido por la aviación en el país

Parten de Brasil 62 mil vuelos internacionales por año. En todo el territorio nacional son 1 millón de vuelos

El combustible representa, en promedio, a nivel mundial, un 34% de los costos operativos de las compañías aéreas





las grandes aeronaves, lo cual representa 1 millón de vuelos programados tan sólo dentro del espacio aéreo brasileño, más allá de la necesidad de servirles a los 62 mil vuelos internacionales que parten cada año desde Brasil, con destino a 58 aeropuertos en 35 países. Esos vuelos hacia el exterior representan un 60% del consumo de querosén de aviación en el país.

Para certificar su calidad, el bioquerosén debe cumplir con criterios específicos y rigurosos. Se necesita que cumpla con las mismas especificaciones técnicas del combustible actual para poder considerárselo *drop-in*, una característica que garantiza su rápido abastecimiento para los motores actuales y aquéllos aún en desarrollo, además de poder mezclárselo con el combustible JP de aviación convencional. “Ya se ha acordado que en las próximas décadas no ocurrirán grandes modificaciones tecnológicas en los combustibles para la aviación comercial, tales como la incorporación de energía solar, células de combustible que funcionan con hidrógeno o baterías de litio, por ejemplo. Tales equipamientos ocupan gran espacio y son pesados, lo cual exige un mayor gasto de combustible”, explica el profesor Luís Augusto Cortez, vicerrector de relaciones internacionales de la Unicamp y coordinador del estudio. “De ninguna manera se pueden disminuir las emisiones solamente con la mejora en la eficiencia de los motores y por eso estamos promoviendo la investigación referente a los nuevos combustibles”, dice Mauro Kern, vicepresidente ejecutivo de ingeniería y tecnología de Embraer. La empresa anunció en junio su nueva línea de *jets*, E2, que comenzarán a volar a partir de 2018 con un menor consumo de combustible y disminución de las emisiones.

Entre las tecnologías más avanzadas en desarrollo en Brasil y que han sido citadas en el marco del anuncio del estudio se encuentran los bioquerosenes de Amyris y Solazyme, dos empresas que trabajan en bioenergía, ambas con origen en el estado de California, en Estados Unidos. Ambas forman parte del grupo de colaboradores en el estudio coordinado por la FAPESP. La primera,

## Comparación actual

El combustible utilizado actualmente todavía cuenta con ventajas en relación con el precio y la logística de distribución, que es mundial

QUEROSÉN	VERSUS	BIOQUEROSÉN
No renovable		Renovable
Producido con petróleo		Producido principalmente con caña y aceites vegetales
Más contaminante		Menos contaminante
Proceso único de producción		Varias rutas tecnológicas de producción
Producción asentada y difundida en todo el mundo		Producción solamente experimental, sin escala industrial
Precio de mercado		Precio todavía alto



1 Motores del Boeing 747: bioquerosén para vuelos internacionales

2 Diseño del E2: el nuevo *jet* de Embraer contará con motores más económicos

fundada por investigadores de la Universidad de California, en Berkeley, opera en Brasil desde 2007. Produce desde diciembre de 2012 en el municipio de Brotas, en el interior paulista, el farneseno, un producto líquido elaborado a partir del jugo de caña mediante el uso de linajes de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* modificadas genéticamente. Esos microorganismos transformados actúan en el proceso de fermentación e inducen la producción del farneseno y no de etanol. A partir de ese producto se puede fabricar, mediante procesos de refinación específicos, tanto bioquerosén como productos para la industria química o, incluso biodiésel, que fue el primer objetivo de la empresa en Brasil, utilizado experimentalmente para abastecer algunas flotas de autobuses en las ciudades de São Paulo y Río de Janeiro.

“Mediante un mínimo proceso de hidrogenado, el farneseno se transforma en farnesano, que no es otra cosa que el bioquerosén”, dice Joel Velasco, vicepresidente sénior en Amyris. “Nuestras patentes y la tecnología se encuentran presentes principalmente en los linajes de levadura desarrollados por Amyris, pero el farnesano no es un producto transgénico”, dice Velasco. “Hasta ahora el farneseno ha sido producido en una escala relativamente pequeña, derivando obviamente en costos mayores que los del querosén convencional. No obstante, esos costos están disminuyendo a medida que aumentamos la escala de producción”, dice Velasco. Fundada en 2003, la compañía Amyris recibió inversiones, bajo la forma de compra de parte de las acciones, de Total, la quinta compañía de petróleo y gas del mundo en porte, con sede en Francia y que actualmen-

te es la mayor distribuidora de combustible de aviación en Europa. “Cuando estemos operando en escala industrial, esperamos ser la alternativa más competitiva entre los querosenes de aviación renovables”, dice Velasco.

Para ser un proveedor de bioquerosén, las empresas que desarrollan este biocombustible necesitan la aprobación de la Sociedad Americana para Test y Materiales (ASTM, por sus siglas en inglés). Como parte de ese proceso, se realizaron vuelos de prueba con un máximo del 50% de biocombustible mezclado en partes iguales con el combustible convencional. Eso fue lo que sucedió el 20 de junio, cuando Amyris, junto con Total, abastecieron con bioquerosén a un Airbus 321 durante el París Air Show. “El combustible utilizado se elaboró con caña de azúcar de Brasil”, dice Velasco. Antes, en junio de 2012, la empresa ya había suministrado bioquerosén para un vuelo en Río de Janeiro durante la Conferencia Río+20. En ese caso, la aeronave fue un *jet* E195 de Azul Linhas Aéreas, fabricado por Embraer. En junio de este año, la Agencia Nacional del Petróleo (ANP) publicó la reglamentación brasileña para el bioquerosén de aviación, alineada con los procedimientos internacionales, que permite que los vuelos comerciales puedan utilizar el biocombustible en el país.

Ya se han realizado más de 1.500 vuelos comerciales y militares con mezclas de querosén renovable y fósil. Solazyme también emplea los ensayos en aeronaves tanto para obtener los certificados

**En el proceso utilizado por Solazyme, al jugo de caña se lo transforma en aceite con alto valor agregado utilizando microalgas**



como para la verificación y el análisis por parte de los fabricantes de aviones. El primer vuelo comercial con el bioquerosén producido por la empresa se efectuó en 2011, con un Boeing 737-800 de United Airlines, entre las ciudades de Houston y Chicago, cubriendo una distancia de 1.700 kilómetros. Según los datos que maneja Solazyme, ese vuelo redujo en 10 a 12 toneladas la emisión de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Tal cantidad es el equivalente a lo que produce un automóvil particular promedio consumiendo gasolina en Estados Unidos en un trayecto de 48 mil kilómetros. La empresa, fundada en 2003 y con sucursal en Brasil desde 2011, produce bioquerosén a partir de microalgas alimentadas con azúcares. Luego del “engorde” en fermentadores, éstas generan aceite en su interior. La extracción del aceite se realiza por compresión y luego de atravesar un proceso de refinado similar al que utiliza la industria petroquímica, se lo fracciona en varios tipos de biocombustibles y productos para la industria química. “Realizamos un craqueo del aceite producido por el alga. Luego viene la fase de hidrogenado e isomerización, dando como resultado, entre otros productos, un bioquerosén que cumple con las especificaciones de la aviación”, dice Rogério Manso, director comercial global de Solazyme. “Para desarrollar nuestro proceso, seleccionamos en la naturaleza ejemplares entre las microalgas que están más adaptados para producir aceite. Posteriormente,

por medios tradicionales de selección, inducimos mutaciones y, finalmente, se hace un trabajo de ingeniería genética para la selección final de nuestras cepas de microalgas”, dice Manso.

En Brasil, Solazyme firmó un convenio con la empresa Bunge, productora de aceites vegetales para el mercado de nutrición y biodiésel, que cuenta con centrales cañeras. De tal modo, Solazyme Bunge Produtos Renováveis está construyendo una unidad de producción junto a una central, en el municipio de Orindiúva, en el interior paulista. El aceite primordial se produce a partir de un proceso de fermentación del azúcar existente en el jugo de caña por acción de las microalgas, de cuya especie la empresa no divulga el nombre. “Con nuestro proceso, el jugo de caña se transforma en un aceite con alto valor agregado”, dice Walfredo Linhares, director de Solazyme en Brasil. Linhares informa que la empresa suscribió acuerdos con Volkswagen y un contrato de abastecimiento para la Marina estadounidense, que no desea seguir dependiendo exclusivamente de los derivados del petróleo. La producción en Brasil comenzará a finales de 2013 y Solazyme Bunge cuenta con una inversión del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) por valor de 246 millones de reales. La fabricación del bioquerosén en Brasil aún depende de acuerdos con alguna otra empresa especializada en refinería o incluso mediante la construcción de una filial



1 La refinería de Amyris, en Brotas (São Paulo)

2 Cultivo de microalgas de Solazyme



## “Existe una demanda global de las compañías de aviación por un combustible que emita menos CO<sub>2</sub>”, dice Luiz Nogueira

propia. Tanto Solazyme como Amyris pueden adaptar sus propias tecnologías para otros tipos de azúcares, tales como el de remolacha en Europa, el de almidón de maíz en Estados Unidos, y también para el bagazo de la caña de azúcar.

Otra tecnología de fabricación de bioqueroseno renovable, en este caso desarrollada en la Facultad de Ingeniería Química (FEQ) de la Unicamp, bajo la coordinación del profesor Rubens Maciel Filho, se encuentra en fase de laboratorio y lista para comenzar con una línea de producción piloto. “Alcanzamos el máximo de producción que puede lograrse en el ámbito de un laboratorio. Ahora estamos trabajando para captar recursos, ampliar la producción y realizar una evaluación económica de nuestro bioquerosén y, simultáneamente, un estudio de sostenibilidad”, dice Maciel, quien también es uno de los coordinadores del Programa de Investigación en Bioenergía (Bioen) de la FAPESP. “Se está negociando un acuerdo comercial”, dice, sin revelar el nombre de la empresa. En este proceso, varios aceites y grasas pueden utilizarse según la disponibilidad local, lo cual contribuye para con la logística de la materia prima, con un importante impacto en los costos de producción. “El biocombustible se produce a partir de aceites vegetales, etanol y un catalizador específico que promueve la reacción sin necesidad de microorganismos genéticamente modificados”, añade.

Los ejemplos de procesos en desarrollo en el país para la producción de bioquerosén renovable demuestran que Brasil busca afirmarse en el liderazgo mundial en biocombustibles. “El país cuenta con ventajas relevantes y un contexto diferente al del etanol y el biodiésel, cuya aceptación por parte de las empresas fue producto del incentivo de los programas gubernamentales. Ahora es distinto. Existe una demanda global por parte de las compañías de aviación, por un biocombustible que emita menos CO<sub>2</sub>”, dice el profesor Luiz Horta Nogueira, de la Universidad Federal de Itajubá (Unifei), en Minas Gerais y participante en el estudio. El trayecto, hasta que los camiones con bioquerosén ingresen en los aeropuertos para abastecer a los aviones, aún es largo y depende además de que se compruebe cuánto CO<sub>2</sub> y otros contaminantes se reducen con cada biocombustible, comparando con el elaborado a base de petróleo. “Todavía tenemos dificultades para determinar y analizar el ciclo de vida de las emisiones del bioquerosén. No existen datos confiables, tal como lo hemos diagnosticado en nuestro estudio”, dice Cortez. ■

### Proyecto

Roadmap tecnológico para biocombustibles de aviación sostenibles – Oportunidades para Brasil (n° 2012/ 50009); **Modalidad** Programa de Apoyo a la Investigación en Asociación para la Innovación Tecnológica (Pite); **Coord.** Luís Augusto Cortez/ Unicamp; **Inversión** R\$ 565.550,00 (FAPESP).