



## NOTA DE ESTUDIO

### CONFERENCIA SOBRE LA AVIACIÓN Y LOS COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

Río de Janeiro, Brasil, 16 - 18 de noviembre de 2009

#### Cuestión 2 del

orden del día: Factibilidad técnica y sensatez económica

#### TIPOS Y COSTOS DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS SOSTENIBLES PARA AERONAVES

(Nota presentada por la Secretaría)

##### RESUMEN

Actualmente no existen en producción comercial combustibles alternativos sostenibles para aeronaves; no obstante, se prevé que esto cambie en el futuro cercano. Está en marcha la planificación para producir nuevos combustibles con bajas emisiones del ciclo vital. Cuando estos combustibles ingresen en el mercado, sus costos serán elevados y pueden exigir subsidios o incentivos de producción para que sean económicamente viables. A medida que la industria obtenga más experiencia en la producción de estos combustibles sus costos disminuirán, como también lo harán las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del ciclo vital. A largo plazo, la industria puede diseñar nuevas aeronaves y motores para aprovechar los combustibles para aeronaves no convencionales con emisiones extremadamente bajas de CO<sub>2</sub> en su ciclo vital.

Los nuevos combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden adaptarse mejor a la producción regional y local en países de todo el mundo teniendo en cuenta la variedad de las posibles materias primas. Una vez refinada en combustible, la materia prima utilizada es irrelevante para las aeronaves. La mayoría de las materias primas estudiadas hasta la fecha también dan subproductos que pueden tener valor localmente. Las comunidades podrían desarrollar nuevas empresas u otras fuentes de ingresos a partir de la producción de combustibles alternativos. Para alcanzar estos objetivos, se necesitarán considerables inversiones en las regiones donde los Estados deseen transformarse en productores de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves.

Se invita a la Conferencia a que haga suyas las conclusiones del párrafo 7 y las recomendaciones del párrafo 8.

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves son una importante estrategia de mitigación para la industria de la aviación, aunque dichos combustibles todavía no existen comercialmente en la actualidad. Antes de que los nuevos combustibles puedan ingresar al mercado, deben tener lugar primero varias novedades. A medida que la industria obtenga experiencia en la producción y utilización de estos combustibles, los costos irán disminuyendo y la producción se elevará, permitiendo que estos combustibles pasen a ser un componente importante de la producción mundial de combustible para aeronaves.

1.2 Dado que no existe un único recurso o capacidad de producción necesarios para producir estos combustibles, la producción de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves puede ocurrir en países de todo el mundo, proporcionando valiosas y nuevas posibilidades comerciales para los países en desarrollo.

## 2. CORTO PLAZO (hasta 2012)

2.1 A corto plazo, los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden estar disponibles en cantidades limitadas y tener una huella de CO<sub>2</sub> en su ciclo vital igual o inferior a la del combustible para reactores convencional. Será necesario mezclar estos combustibles alternativos con los combustibles convencionales hasta un máximo de 50% para producir un combustible de sustitución directa. Los combustibles para reactores de sustitución directa son completamente intercambiables con el combustible para reactores convencional y, entonces, no exigirán la modificación de los sistemas de manipulación y distribución del combustible, incluyendo manómetros, medidores, vehículos de abastecimiento y sistemas de hidrantes, así como tampoco de los motores de aeronave, una vez mezclados los combustibles.

2.2 Las reducciones de las emisiones de GEI a corto plazo serán limitadas en la introducción inicial de los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves. Por ejemplo, suponiendo que la huella de CO<sub>2</sub> del ciclo vital de los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves proporciona una reducción del 20% comparada con el combustible para reactores convencional, y una mezcla de combustibles al 50% alcanza hasta el 10% del mercado total de combustibles para reactores, la reducción de emisiones de GEI sería del 1% comparada con las emisiones previstas sin los nuevos combustibles. No obstante, las reducciones en las cantidades de partículas y de óxidos de azufre serán mucho más importantes. El logro de ventajas en cuanto a la calidad del aire con el uso de estos combustibles es independiente de las consideraciones del ciclo vital de su producción.

## 3. MEDIANO PLAZO (2013-2020)

3.1 A mediano plazo, es posible que los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves estén disponibles en cantidades mucho mayores. La considerable actividad de investigación y desarrollo que se realiza actualmente conduciría a la introducción de varias instalaciones de producción a escala comercial. La Iniciativa de Combustibles Alternativos para la Aviación Comercial (CAAFI) procura actualmente garantizar que por lo menos diez instalaciones de producción de combustibles para reactores alternativos se hayan construido y estén en funcionamiento dentro de cinco años<sup>1</sup>. Además, estos nuevos combustibles habrán sido certificados para un mayor uso en mezclas, posiblemente con hasta el 100% de combustible alternativo, pasando de ser mezclas de combustibles de sustitución directa a combustibles netos de sustitución directa con arreglo a las hojas de ruta de la industria. Durante este período, los combustibles pueden haber alcanzado la paridad de costos, especialmente si se tiene en cuenta el valor de sus beneficios en cuanto a reducción del carbono.

---

<sup>1</sup> Altman, Richard. 2009. "Landmark Synthetic Jet Fuel Specification Action Creates Opportunities for Airports." *International Airport Review*, núm. 4, pág. 62-64.

3.2 A medida que la industria de la aviación aumente su uso de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves, se aplicarán actividades progresivas para reducir las consecuencias del ciclo vital de estos combustibles. Estas actividades pueden comprender:

- a) explorar e identificar minuciosamente los recursos de materias primas;
- b) mejorar la calidad de los recursos;
- c) mejorar la recuperación y extracción de aceites;
- d) encontrar mercados para los coproductos;
- e) crear mayor valor para los coproductos;
- f) mejorar la eficiencia de la conversión de biocombustibles brutos en combustible para reactores;
- g) reducir la longitud y el número de enlaces de transporte;
- h) continuar realizando estudios de rendimiento, ensayos de combustibles y ensayos en vuelo;
- i) mejorar la eficiencia de los mecanismos financieros existentes y desarrollar nuevos mecanismos necesarios para abrir nuevos recursos;
- j) resolver barreras técnicas al uso de un 100% de combustibles alternativos sostenibles para las aeronaves; y
- k) modificar las flotas y los sistemas de transporte, según sea necesario, para utilizar combustibles alternativos sostenibles al 100% para aeronaves.

Estas actividades reducirán los costos de producción, directamente y también como resultado de mejorar el valor de los coproductos, mejorar la huella del ciclo vital de los combustibles y reducir los costos totales del transporte del combustible gracias a la normalización.

#### 4. LARGO PLAZO (Más allá de 2020)

4.1 A largo plazo, la industria de la aviación puede explorar combustibles más radicales que exijan volver a diseñar motores y células. Combustibles como el hidrógeno líquido y el metano líquido podrían emplearse para reducir considerablemente las emisiones de GEI.<sup>2</sup> La gestión de estos líquidos criogénicos en las aeronaves exigirá contar con intercambiadores de calor para vaporizar y calentar el combustible antes de su uso a bordo<sup>3</sup> y la infraestructura de suministro de combustibles deberá rediseñarse considerablemente o sustituirse. Aunque puedan requerirse nuevos diseños de aeronaves y nuevas vías de producción de combustible, estos nuevos enfoques podrían resultar en viajes por vía aérea más eficientes en cuanto a energía y benignos para con el medio ambiente.

#### 5. COSTOS

5.1 Actualmente, los costos estimados de los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves son entre 2 y 5 veces mayores que el costo del combustible para reactores convencional<sup>4</sup> y, en algunos casos, incluso más elevados. No obstante, se trata de estimaciones dado que los combustibles no están disponibles comercialmente. Estas estimaciones tampoco incluyen un valor para los créditos de carbono. Hasta que se disponga de cantidades de combustible más importantes, el costo de los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves permanecerá muy incierto. Como resultado, estos

<sup>2</sup> Daggett, D.L., Hendricks, R.C., Walther, R., and Corporan, E. *Alternate Fuels for use in Commercial Aircraft*, The Boeing Company, publicada por el American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. ISABE-2007-1196, 2007.

<sup>3</sup> Walther, R. et al, *Aero Engines for Alternative Fuels, in Hydrogen and Other Alternative Fuels for Air and Ground Transportation*, Comisión Europea, Bruselas, publicada por John Wiley & Sons, 1995.

<sup>4</sup> Caldecott, B. and Tooze, S., *Green skies thinking: promoting the development and commercialization of sustainable bio-jet fuels*, Intercambio de políticas, nota de investigación, julio de 2009 (señala "...las mejores estimaciones y los costos de producción mínimos actuales son de aproximadamente \$100-130 EUA por barril ..."; la firma pionera en biocombustibles Solix produce actualmente combustible a partir de algas a \$32,81EUA/galón pero prevé una disminución de los costos a medida que mejores diseños aumenten la integración de la producción. Véase también la Figura 15 en IP/1, *A summary of research and perspectives presented at the ICAO Workshop on Aviation and Alternative Fuels*.

combustibles probablemente exijan subsidios e incentivos, al menos inicialmente, para fomentar su producción dados los riesgos involucrados en el tránsito de la escala piloto a la escala comercial.

5.2 El desarrollo de nuevos procesos para producir combustibles alternativos sostenibles para aeronaves puede reducir rápidamente los costos de los combustibles para competir con el combustible para reactores convencional a mediano plazo. Con el tiempo, a medida que la producción de combustible se comercializa y los procesos mejoran, se prevé que los costos del combustible disminuirán. Las grandes plantas industriales traerán economías de escala; los costos de capital se reducirán mediante la aplicación de tecnologías de producción avanzadas; los costos de explotación y mantenimiento se reducirán mediante refinamiento de los procesos, mejores sistemas de control y mayor experiencia; los enlaces de transporte serán más cortos y el valor total de los productos podría aumentar. La Agencia Internacional de la Energía ha proyectado que los costos de las plantas de biocombustibles de segunda generación que producen biodiesel disminuirán en un promedio del 2,5% anual entre 2010 y 2030, o se reducirán en aproximadamente un 40%.<sup>5</sup> Dado que no existen actualmente en producción combustibles alternativos sostenibles para aeronaves, no puede elaborarse o confirmarse una curva específica de reducción de costos para estos combustibles. No obstante, existen varios proyectos en diversas etapas de desarrollo cuyos inversionistas creen que pueden alcanzar rápidamente la paridad de costos con los combustibles convencionales, aunque todavía sus planes y pronósticos financieros no se han hecho públicos.

5.3 Con la mayoría de las materias primas que se evalúan actualmente, una parte considerable de la masa terminará como subproducto de la producción de combustible. Encontrar mercados para subproductos (o coproductos) será importante para los aspectos económicos generales del proceso. Algunos mercados de alto valor están disponibles actualmente para bioaceites seleccionados, como los nutracéuticos, utilizados como suplemento de alimentación y materias primas para la producción de fármacos. Estos materiales representan una pequeña parte del aceite total producido y la producción de combustible en gran escala podría tener un impacto considerable en su valor de mercado. Otros subproductos, como granos molidos o harinas, pueden utilizarse para alimento de animales, combustibles sólidos o productos similares de bajo valor; no obstante, estos materiales serán una consideración importante en los aspectos económicos generales del proceso.

## 6. DISPONIBILIDAD REGIONAL

6.1 Los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden producirse a partir de una amplia variedad de materias primas. Ya se están evaluando para producción de combustibles plantas oleaginosas como la camelina, la moringa, el babassu, la macauba, la jatrofa, las halofitas y las algas. Estas plantas y otras pueden cultivarse en países de todo el mundo. Es bastante probable que diferentes materias primas puedan cultivarse óptimamente en diferentes países, lo que sugiere que muchas regiones son posibles lugares de producción. Una vez refinada en combustible, la materia prima utilizada es irrelevante para las aeronaves. Además, dado que estas materias primas tienen una densidad energética relativamente baja, especialmente comparada con la del petróleo crudo, no resulta económico enviarlas a largas distancias. Como resultado, los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves serían más adecuados para producir a escala local.

6.2 Los subproductos o productos secundarios obtenidos en la producción de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden transformarse en valiosos insumos para las economías locales. Estos materiales, como los alimentos para animales o residuos sólidos que pueden emplearse como combustible para cocinas, pueden tener valor local incluso si los bioaceites se envían fuera de la región para refinar. Las comunidades pueden desarrollar nuevas empresas u otras fuentes de ingresos a partir de la producción de combustibles alternativos.

---

<sup>5</sup> *Energy technology perspectives to 2050*, Agencia Internacional de la Energía, OCDE/IEA, París, 2008.

6.3 Si bien los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden producirse a partir de una amplia gama de materias primas y procesos, sólo aquéllos que atraigan inversiones suficientes conseguirán una presencia en el mercado. La investigación de recursos, la producción de cantidades de aceites para ensayo, la certificación de los combustibles, la realización de estudios de rendimiento y la inversión en la producción de plantas son todas actividades onerosas. Se necesitarán considerables inversiones en cualquier región en que los Estados deseen transformarse en productores de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves.

## **7. CONCLUSIÓN**

7.1 Se invita a la Conferencia a:

- a) tomar nota de que el desarrollo de nuevos procesos de producción de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves puede reducir los costos de los combustibles para competir con el combustible para reactores convencional a mediano plazo;
- b) reconocer que los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden producirse a partir de una amplia variedad de materias primas para uso en la aviación mundial, sugiriendo que muchas regiones son posibles lugares de producción;
- c) concluir en que los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves se adaptan bien a la producción a escala local porque, a diferencia del petróleo crudo, la densidad energética de las materias primas actualmente propuestas es demasiado baja como para justificar desde el punto de vista económico su envío a largas distancias;
- d) convenir en que los subproductos o productos secundarios obtenidos en la producción de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves constituyen valiosos insumos para las economías locales; y
- e) reconocer que los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves pueden producirse a partir de una amplia variedad de materias primas y procesos, pero que sólo aquéllos que atraigan suficientes inversiones conseguirán una presencia en el mercado.

## **8. RECOMENDACIONES**

8.1 Se invita a la Conferencia a:

- a) recomendar que los Estados informen a la OACI sobre cualquier plan para establecer instalaciones de producción de combustibles alternativos a corto, mediano y largo plazo;
- b) recomendar que dichos planes se incorporen en la Hoja de ruta de alto nivel sobre la aviación y los combustibles alternativos;
- c) recomendar que la OACI establezca un sitio Web para facilitar el intercambio de información entre Estados y organizaciones internacionales interesados en promover los combustibles alternativos sostenibles para aeronaves; y
- d) recomendar que los Estados y organizaciones internacionales compartan, por conducto de la OACI, las mejores prácticas y técnicas que puedan aplicarse al desarrollo y mejoramiento de la producción de combustibles alternativos sostenibles para aeronaves.