



ACEITE DE INSECTOS: VOLANDO HACIA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE

M. en C. Juan Jesús Reséndiz Luna
Facultad de Ingeniería, Campus Juriquilla, Universidad Autónoma de Querétaro.

Dra. Valeria Caltzontzin Rabell
Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, Universidad Autónoma de Querétaro.

Dra. Claudia Gutiérrez Antonio
Facultad de Ingeniería, Campus Juriquilla, Universidad Autónoma de Querétaro.

Dr. Fabián Salvador Mederos Nieto
Centro Mexicano para la Producción más Limpia,
Instituto Politécnico Nacional Posgrado, Ciudad de México.

I. Introducción

La aviación enfrenta un gran desafío en la lucha contra el cambio climático, ya que contribuye al 2% de las emisiones globales de CO_2 , lo que equivale a 915 millones de toneladas. Según IRENA (2021), es esencial que sectores como la generación de energía y el transporte reduzcan sus emisiones (IRENA, 2021). La dificultad de implementar alternativas viables sin afectar la creciente demanda de viajes aéreos ha puesto a prueba la industria (EASA, 2019). Las propuestas para la descarbonización del sector, aunque prometedoras, aún son costosas y poco desarrolladas. En este contexto, el combustible sostenible de aviación (SAF) se presenta como una alternativa viable para reducir las emisiones de CO_2 .

México está en un proceso de transición energética para diversificar sus fuentes de energía y reducir la dependencia de los combustibles fósiles (Energía, 2017). La "Ley de promoción y desarrollo de bioenergéticos" busca fomentar el desarrollo sostenible, y el Fondo Sectorial CONACYT-SENER-

Sustentabilidad Energética ha promovido la creación de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía, enfocados en el desarrollo de tecnologías para producir combustibles sostenibles de aviación (SAF). A pesar de estos esfuerzos, México aún enfrenta el reto de establecer un mercado consolidado para la producción y comercialización de bioturbosina.

Y, ¿qué es la bioturbosina o SAF? Son biocombustibles derivados de insumos renovables como biomasa, que cumplen las especificaciones técnicas de la turbosina convencional y que pueden mezclarse para garantizar un rendimiento seguro y eficiente en las turbinas (Energía, 2017). Respecto a su producción, se puede realizar por rutas avaladas por la Iniciativa de Combustibles de Alternativos para la Aviación Comercial (Tabla 1). Dentro de las que se encuentran: Fisher-Tropsch (ST), alcohol a biocombustible (queroseno) (ATJ) e hidrotratamiento con hidrógeno (HEFA) (CAAFI, 2020).

Tabla 1: Rutas avaladas para la producción de SAF (CAAFI, 2020).

Ruta	Materia prima
Fisher-Tropsch (ST)	Residuos de cultivos y sólidos
ATJ	Azúcares y almidones fermentados
HEFA	Grasas y aceites

Cada ruta de procesamiento tiene un rango permitido de mezcla de biocombustible con combustible convencional, por ejemplo, el SAF producido por HEFA puede mezclarse hasta en un 50%. Se destaca la posibilidad de usar diversos tipos de aceites para la producción de SAF mediante HEFA. Por lo anterior, el presente trabajo busca aportar información sobre las materias primas

y aceites usados en la producción de SAF, proponiendo el uso de aceite de insectos criados en residuos orgánicos como una alternativa para la generación de biocombustibles.

II. Biommasas para la producción de SAF por medio del hidrotratamiento

En la Tabla 2 se describen tres tipos de aceites más usados para la producción de SAF descritos por Energía (2016).

Con base en lo descrito en esta sección, se puede suponer que los residuos orgánicos no son una fuente prometedora para la obtención de SAF, pero ¿es posible extraer aceite de residuos orgánicos por otra manera más sustentable? En efecto pueden ser bioconvertidos por medio de tratamientos biológicos como los insectos para extraer el aceite que éstos acumulen.

III. Potencial biomasa para la producción de SAF a partir de

En la naturaleza, cuando un ser vivo muere, su biomasa es gestionada por un complejo sistema de organismos, como hongos e insectos. Aunque este proceso puede parecer desagradable para muchos, estos organismos son esenciales en la descomposición y reciclaje de desechos en el medio ambiente. Su capacidad para transformar residuos en recursos valiosos resalta su importancia en los ecosistemas y en el desarrollo de soluciones sostenibles.

Tabla 2: Clasificación de aceites para la producción de SAF (Energía 2016).

Materia Prima	Ventajas	Desventajas
Primera generación		
Cultivos comestibles como la soya, palma, canola, girasol, entre otros	Pureza, que elimina la necesidad de pretratamientos y su disponibilidad.	Puede amenazar la seguridad alimentaria, ya que compiten con el consumo humano. Su producción requiere el uso de tierras y agua.
Segunda generación		
Cultivos no comestibles como el ricino, <i>jatropha</i> y camelia.	Se pueden producir en mayor escala y de bajo costo.	Competencia de uso de suelo y agua con los cultivos comestibles.
Grasas de animales y aceites residuales.	No compite por uso de suelo o agua.	Posibles problemas para homogeneizar. Requiere filtración de sólidos. Hay mucha variabilidad por recolección.
Residuos orgánicos (cultivos forestales o urbanos).	Alternativa a la disposición de residuos.	Poco aceite, principal uso para producción de combustibles sólidos. Rendimientos bajos y con largas rutas de procesamiento.
Tercera generación		
Microalgas	Depende de la especie, pero pueden contener entre 70 y 85% de aceite. Ya hay pruebas con SAF en vuelos.	Alto costo por condiciones específicas.

Siddiqui *et al.* (2024) menciona que el tratamiento con insectos provee fertilizantes, proteínas, y biocombustibles. Entre los más estudiados para tratar residuos se encuentran: *Acheta doméstica*, *Musca doméstica*, *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens*, entre otros. Entre estos organismos, *Hermetia illucens*, conocida como la Mosca Soldado Negra, destaca por su capacidad para bioconvertir, en condiciones óptimas, hasta un 70% de la materia orgánica en un 20-40% de aceite por cada kilogramo de materia seca (Jung *et al.*, 2022). Además, produce productos de valor agregado como proteína, quitina y aceite.

Entonces ¿Es posible producir el SAF de aceite proveniente de insectos? Ya se ha logrado convertir en biodiésel por medio de transesterificación (Manzano-Agugliaro *et al.*, 2012), entonces, usando el proceso HEFA sería posible producir bioturbosina. Es crucial destacar varios aspectos que deben ser considerados para fomentar la investigación sobre la bioconversión con insectos, como la aceptación social, la necesidad de satisfacer la demanda de biocombustibles, el financiamiento económico y, especialmente, las normativas y leyes. El aceite extraído de insectos se presenta como una alternativa prometedora, ya que no enfrenta las dificultades asociadas con las materias primas de primera y tercera generación en la producción de SAF (Siddiqui *et al.* 2024). Al ver los residuos desde una nueva perspectiva, no como simples desechos, se abren oportunidades para un manejo más sostenible y eficiente.

IV. Conclusión

El sector del transporte, en especial la aviación, enfrenta el desafío de reducir su dependencia de los combustibles

fósiles y sus emisiones de gases de efecto invernadero. La bioturbosina se presenta como una de las soluciones más prometedoras para la descarbonización de la aviación, destacándose el proceso HEFA como una vía rápida para obtener SAF a partir de aceites. Una alternativa innovadora y viable es el uso de residuos orgánicos procesados por insectos, que no solo ayudan a reducir los desechos, sino que también generan biomasa y biocombustibles. Este enfoque promueve un modelo de economía circular, aprovechando los residuos para crear productos de valor. No obstante, aún persisten retos importantes para lograr que esta revalorización de residuos tenga un impacto relevante en el mercado de la aviación. La colaboración entre el sector académico y el privado se centra en superar estos desafíos y explorar oportunidades que hagan posible la producción de SAF a partir de aceites de insectos. Esta iniciativa busca no solo reducir los residuos orgánicos, sino también impulsar un futuro más sostenible para el transporte aéreo y el medio ambiente global.

Referencias

- [1] CAAFI, CAAFI. (2020). CAAFI - Focus Area - Fuel Qualification. Fuel Qualification. https://www.caafi.org/focus_areas/fuel_qualification.html
- [2] EASA. (2019). Sustainable Aviation Fuel “Facilitation Initiative. 1–63. https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/sustainable_aviation_fuel_facilitation_initiative_0.pdf
- [3] Energía, S. de. (2016). Reporte de Inteligencia Tecnológica BIOTURBOSINA. Secretaría

- de Energía. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/324018/Inteligencia_Tecnologica_Bioturbosina_Final.pdf
- [4] Energía, S. de. (2017). *Mapa de Ruta Tecnológica Bioturbosina.* Secretaría de Energía. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/324219/MRT_Bioturbosina_Final.pdf
- [5] IRENA. (2021). Reaching Zero With Renewables BIOJET FUELS. In The International Renewable Energy Agency (IRENA).
- [6] Jung S, Jung JM, Tsang YF, Bhatnagar A., Chen W. H., Lin K. Y. A., & Kwon E. E. (2022). Biodiesel production from black soldier fly larvae derived from food waste by non-catalytic transesterification. *Energy*, 238.
- [7] Manzano-Agugliaro F, Sanchez-Muros MJ, Barroso FG, Martínez-Sánchez A, Rojo S, & Pérez-Bañón C. (2012). Insects for biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3744–3753.
- [8] Siddiqui SA, Harahap IA, Osei-Owusu J, Saikia T, Wu YS, Fernando I, Perestrelo R, & Câmara JS. (2024). Bioconversion of organic waste by insects – A comprehensive review. *Process Safety and Environmental Protection*, 187(April), 1–25.