



Combustibles de aviación sostenibles : Un análisis crítico centrado en la agricultura, la tierra y la alimentación

Un informe de la Unión Nacional de Agricultores
(Canadá)

Escrito por Darrin Qualman,

noviembre de 2024

Extracto en español

Resumen

« Subestimamos la magnitud del problema energético para la aviación... Estamos trabajando en este problema y nos damos cuenta de que es mucho más difícil de lo que pensábamos. Estamos atrasados. Estamos en la era oscura en términos de sostenibilidad, en comparación con otros sectores. »

—Phil Ansell, director del Centro para la Aviación Sostenible, Universidad de Illinois, 2024.¹

Los combustibles de aviación sostenibles (SAF, por sus siglas en inglés) son fuentes de energía no fósiles con bajas emisiones para la flota aérea mundial, combustibles que se consideran «listos para usar» y que no requieren modificaciones en los aviones ni en los motores. Se propone que los SAF se produzcan principalmente a partir de fuentes biológicas: maíz, soja y canola en la actualidad y durante la próxima década, para luego expandirse cada vez más a partir de paja y otros «residuos agrícolas», así como cultivos energéticos específicos como gramíneas o árboles de rápido crecimiento (con una pequeña proporción de residuos forestales). Se plantea una tercera fase: usar energías renovables limpias para extraer hidrógeno del agua y carbono del aire, combinándolos en un combustible líquido. Sin embargo, estos «electro-combustibles» siguen siendo especulativos, y los elevados costos y la gran demanda de energía sugieren que podrían seguir siendo inviables.

¿Por qué los ciudadanos y los tomadores de decisiones deberían preocuparse por los SAF? Porque la magnitud del proyecto mundial de SAF presenta un enorme potencial para desviar muchos de nuestros objetivos relacionados con los sistemas alimentarios, el clima, la descarbonización, la sostenibilidad y la justicia social. Al mismo tiempo, este inmenso proyecto podría no cumplir con su objetivo declarado: reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los efectos del calentamiento provenientes de un sector de la aviación que está en rápida expansión.

Los ciudadanos quieren alimentos asequibles y sistemas alimentarios sostenibles. Los agricultores buscan maximizar la captura de carbono en los suelos y comenzar a reducir las emisiones derivadas del uso de fertilizantes. Todos queremos desarrollar fuentes de energía renovable que sean adecuadas para la descarbonización de la calefacción doméstica, el transporte motorizado y la industria. El proyecto mundial de SAF podría alejarnos de todos estos objetivos: probablemente aumentará los precios de los alimentos, reducirá la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, ralentizará o invertirá la captura de carbono en los suelos agrícolas, incrementará el uso de fertilizantes y las emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura, y pondrá exigencias imposibles de satisfacer sobre los limitados recursos de energía limpia y renovable, lo que ralentizará la reducción de emisiones en otros sectores.

Si los gobiernos continúan impulsando y subsidiando el megaproyecto de los SAF, corren el riesgo de caer en la «incoherencia política», es decir, seguir políticas que van directamente en contra de la consecución de otros objetivos sociales y ambientales. Los SAF intentan resolver un problema, pero generan muchos otros problemas más grandes.

Lo más importante es que existen razones para cuestionar si el megaproyecto de los SAF es siquiera posible. ¿Es real? ¿O es una distracción que retrasará la adopción de medidas más eficaces para la reducción de emisiones y desviará miles de millones de dólares hacia inversiones erróneas, en detrimento de soluciones más efectivas? Peor que un enorme proyecto global que aumente los precios de los alimentos y las emisiones en las explotaciones agrícolas mientras resuelve un problema de emisiones en la aviación, es un proyecto que crea esos problemas alimentarios y agrícolas y no

1 Oliver Milman, “‘Magical Thinking’: Hopes for Sustainable Jet Fuel Not Realistic, Report Finds,” *The Guardian*, May 14, 2024, sec. Environment, <https://www.theguardian.com/environment/article/2024/may/14/sustainable-jet-fuel-report>.

logra reducir las emisiones de la aviación. Este último escenario es altamente probable. En el contexto de los límites planetarios, los recursos limitados, los compromisos y la necesidad de resolver simultáneamente múltiples problemas de clima y sostenibilidad —para hacer frente a la poli-crisis— el megaproyecto mundial de los SAF (que incluye la duplicación de los viajes aéreos) podría ser simplemente imposible. Al menos, el proyecto plantea tantas preguntas y afecta a tantos otros sectores de la economía y la biosfera que todo tomador de decisiones y todo ciudadano debería querer saber más. Los «veinte puntos» que siguen explican por qué este es un asunto tan crucial.

Veinte puntos para ayudarle a comprender por qué es importante que lea este informe:

1. El transporte aéreo llegará a más que duplicarse para 2050, alcanzando los 22,000 millones de pasajeros-kilómetros por año. Boeing y Airbus prevén entregar 40,000 aviones nuevos para 2043. (Ver el capítulo 2, a continuación)
2. A nivel mundial, los aviones de transporte de pasajeros y carga consumen actualmente 379 mil millones de litros (100 mil millones de galones) de combustible por año. Para 2050, el consumo alcanzará los dos tercios de un billón de litros por año (no se consideran los combustibles de los aviones militares, aunque son importantes). (Capítulo 2)
3. Las aerolíneas de todo el mundo se han comprometido a reducir a cero sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2050. La mayor parte de este plan consiste en pasar de los combustibles fósiles a los SAF. (Los aviones eléctricos con batería y los combustibles a base de hidrógeno no son opciones viables a gran escala antes de 2050, y tal vez nunca lo sean). (Capítulo 1)
4. Las materias primas de la mayoría de los SAF provendrán de tierras agrícolas. A corto plazo, el enfoque estará en cultivos de materias primas como soja, canola y maíz; a mediano plazo, en residuos agrícolas como paja y cañas de maíz, así como cultivos energéticos específicos como panicum, miscanthus, álamo, sauce, entre otros. Los SAF trasladarán la fuente de energía para la aviación de los campos petroleros a los campos agrícolas. (Capítulos 3, 4 y 5)
5. Para dar una idea de la magnitud del proyecto propuesto de SAF: Si todos los SAF mundiales provinieran de semillas y oleaginosas (soja, canola, maíz, etc.) y, por lo tanto, de tierras agrícolas, y si todos los combustibles para la aviación de 2050 fueran SAF, los dos tercios de un billón de litros de la demanda necesitarían aproximadamente 2 mil millones de acres, es decir, 20 veces la superficie total de tierras cultivadas de Canadá (5 veces la superficie de las tierras cultivadas de Estados Unidos). Esto es solo un ejercicio de reflexión, y no un plan, pero da una idea de la escala. (Capítulo 3)
6. Producir siquiera una pequeña fracción de la enorme demanda de SAF en cereales y oleaginosas (y otra fracción más significativa en cultivos energéticos cultivados en tierras agrícolas) ejercerá una presión al alza sobre los precios de los alimentos (especialmente porque estamos sumando simultáneamente dos mil millones de personas a nuestra población mundial). Estas repercusiones en los precios de los alimentos afectarán más duramente a los más pobres y hambrientos, pero también tendrán efectos negativos sobre casi todas las familias del planeta. Los SAF podrían convertirse en el acrónimo de “SAF - Sacrificando Alimentos Asequibles”. El proyecto SAF pondrá los dólares destinados a la compra de alimentos de los mil millones de personas más pobres de la Tierra en competencia con los dólares destinados a las vacaciones de los mil millones de personas más ricas (Capítulos 3 y 12)

7. Paralelamente, el “cambio de uso de la tierra” – que a menudo es un eufemismo para referirse a la tala de bosques tropicales, zonas salvajes y hábitats de animales – puede ser significativo. Las emisiones de GEI resultantes de esta deforestación y cambio de uso de la tierra son importantes y, aunque se tienen en cuenta en las estimaciones de emisiones del “análisis del ciclo de vida” (ACV) de los SAF, debemos cuestionar estas estimaciones, especialmente a la luz de la enorme porción de la Tierra que los humanos ya han anexado y de la inmensa porción de la producción mundial de biomasa que ya están acaparando. (Capítulos 3, 7, 8 y 10)
8. El proyecto actual de SAF será diferente del ejercicio de reflexión maíz-soja-canola descrita anteriormente, pero ¿será mejor? En lugar de depender completamente de los cereales y las oleaginosas, las aerolíneas y los fabricantes de combustible también planean utilizar los residuos de cultivos (principalmente paja y tallos de maíz) como materias primas. Esto podría requerir cientos de millones de toneladas de biomasa proveniente de tierras cultivadas, lo que podría ralentizar o revertir el secuestro de carbono y poner en peligro la salud de los suelos. Otra materia prima propuesta es el cultivo de plantas energéticas para fines específicos, lo que podría generar competencia por las tierras y tener repercusiones sobre el precio de los alimentos. (Capítulos 4, 5 y 7)
9. En parte debido a la enorme demanda de materias primas provenientes de la biomasa, la industria del transporte aéreo está explorando la producción en África y otras regiones del mundo que padecen inseguridad alimentaria. Parece que las tierras de los pobres podrían ser utilizadas para alimentar los aviones a reacción de los ricos. (Capítulos 12 y 13)
10. Muchas de las materias primas de origen terrestre buscadas por la industria aeronáutica son las mismas que se requieren para la bioenergía asociada con la captura y almacenamiento de carbono (BECCS - versión oficial). Los partidarios de la BECCS afirman que pueden producir electricidad con emisiones negativas utilizando la captura de carbono en plantas térmicas y alimentando estas plantas con desechos forestales, residuos de cultivos y cultivos energéticos – exactamente las mismas materias primas de biomasa que citan los defensores de los SAF. Las absorciones de biomasa de residuos de cultivos y cultivos energéticos para los SAF se sumarán a los miles de millones de toneladas de absorciones para los BECCS. (Capítulos 4 y 8)
11. ¿Puede la superficie terrestre y la biosfera del planeta satisfacer las crecientes necesidades de la humanidad? Este es el plan para mediados de siglo: alimentar a dos mil millones de personas más; producir más carne y productos lácteos (que requieren muchas tierras) para los hogares cada vez más ricos del Sur; proporcionar biomateriales para reemplazar los plásticos; proporcionar más algodón y otras fibras para una población en crecimiento y para reemplazar las fibras plásticas; proporcionar aproximadamente 8 mil millones de toneladas de materias primas de biomasa por año para la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS); proporcionar tal vez 7 mil millones de toneladas de materias primas por año para los SAF; generar estas gigatoneladas adicionales de alimentos y materias primas provenientes de tierras agrícolas mientras los impactos climáticos se intensifican y golpean más duramente a los agricultores; proporcionar espacio para la plantación de árboles que capturen carbono; hacer todo lo anterior mientras reducimos el uso de fertilizantes con el fin de reducir las emisiones de la agricultura y devolver los flujos globales de nitrógeno dentro de los límites planetarios;

y hacer todo esto sin expandir nuestras tierras agrícolas o forestales, con el objetivo de frenar el evento de extinción más rápido en los últimos 65 millones de años. Los responsables políticos y los ciudadanos no deben considerar los SAF de manera aislada, sino dentro del contexto de las muchas otras demandas que prevemos imponer a nuestra biosfera y nuestras tierras agrícolas. (Capítulo 8)

12. La producción de SAF competirá con las escasas fuentes de electricidad limpia y renovable, lo que podría ralentizar la descarbonización en otros sectores. En algunos escenarios de la industria aeronáutica, para 2050, la producción de SAF podría requerir una cantidad de electricidad equivalente a la mitad de toda la electricidad producida actualmente en el mundo. Así, los SAF podrían no llevar a una reducción de las emisiones, sino más bien a un desplazamiento de las mismas: las reducciones en las emisiones de la aviación llevarían a reducciones más lentas en otros sectores debido a la falta de electricidad limpia suficiente para todos. Mientras nos esforzamos por electrificar y descarbonizar los automóviles, la calefacción doméstica, la industria, etc., ¿es responsable desde el punto de vista de la política pública agregar una nueva demanda masiva de energía limpia? (Cap. 6, 14 y 18)
13. De igual manera, los SAF generarán una alta demanda de hidrógeno verde, que se sumará a la demanda de hidrógeno de bajas emisiones para la producción de fertilizantes, calefacción de edificios, industria pesada, ferrocarriles, transporte marítimo, etc. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) prevé que la demanda de hidrógeno verde en 2045 alcanzará cerca de 100 millones de toneladas por año. La producción actual de hidrógeno de bajas emisiones ("azul") y de emisiones nulas ("verde") es solo de 1 a 2 millones de toneladas al año, lo que implica la necesidad de multiplicar la producción por cincuenta solo para la aviación. La adición de la aviación como demanda principal de hidrógeno verde ralentizará las reducciones de emisiones en otros sectores. Nuevamente, las emisiones se desplazan. (Cap. 14)
14. La neutralidad de emisiones no es igual a cero. Las aerolíneas pueden lograr reducir las emisiones por vuelo y por pasajero-kilómetro, pero planean duplicar o triplicar el número de vuelos y de pasajero-kilómetros para 2050, lo que hace que las emisiones totales del sector, en términos absolutos, no sean mucho más bajas que hoy en día. Para enfrentar esta situación, la industria planea utilizar compensaciones y otros medios para alcanzar un nivel neto cero, a pesar de las cientos de millones de toneladas de emisiones reales previstas para 2050. Además, la aviación es solo uno de los sectores que prevé no alcanzar el nivel cero de emisiones y llenar el déficit mediante compensaciones. Es poco probable que la oferta de compensaciones creíbles en 2050 sea suficiente para satisfacer las numerosas y grandes demandas provenientes de múltiples industrias. (Cap. 16)
15. Para los aviones a reacción, la ausencia de emisiones de CO₂ no equivale a la ausencia de calentamiento. Solo una parte de los efectos de calentamiento causados por la aviación se debe a las emisiones de CO₂ provenientes de la quema del combustible; la mayor parte se debe a los cúmulos de alta altitud, a menudo visibles después del paso de los aviones a reacción, y a los efectos del óxido de nitrógeno. Incluso si los combustibles de los aviones se modifican para que no agreguen CO₂ a la atmósfera debido a la combustión, los millones de vuelos anuales seguirán provocando calentamiento debido a los efectos no relacionados con la combustión. Incluso si las aerolíneas alcanzan su objetivo limitado de cero CO₂ neto, debido al doble de vuelos, los efectos no relacionados con el CO₂ podrían seguir siendo la causa de un calentamiento más importante en 2050 que hoy en día. (Cap. 16)

16. Además del impacto potencial de los SAF en el precio de los alimentos, también se plantea la cuestión de las subvenciones públicas. Ambos plantean cuestiones de justicia. A nivel mundial, las subvenciones, los créditos fiscales y otras ayudas financiadas por los contribuyentes pueden ascender a decenas de miles de millones de dólares al año, es decir, un billón de dólares o más durante los próximos 25 años. Pero mientras muchas personas luchan por conseguir vivienda, pagar el cuidado de los niños, alimentarse o acceder a medicamentos, ¿deberían utilizarse los fondos públicos limitados para reducir el costo de las vacaciones o de los viajes de negocios? (Cap. 17)
17. Los SAF representan uno de los mayores desafíos jamás afrontados en términos de escalabilidad. Los analistas destacan la necesidad de multiplicar la producción por mil y completar, de media, una instalación de producción cada dos días hasta 2050. Esto requerirá inversiones de varios billones de dólares. Por lo tanto, es muy probable que las aerolíneas no cumplan con sus compromisos. De hecho, la industria se ha fijado decenas de objetivos de descarbonización y ha fallado en casi todos. (Cap. 18 y 19)
18. La magnitud del proyecto SAF plantea muchas otras preocupaciones, incluyendo los impactos en la disponibilidad de agua (algunos insumos de SAF requerirán riego), la pérdida de biodiversidad, el acceso y la asequibilidad de la tierra, el control indígena de los territorios, la apropiación de tierras, entre otros.
19. Por muchas razones, los SAF representan un problema para las explotaciones agrícolas y la agricultura. Además, la producción de SAF y la masiva demanda de materias primas de origen agrícola aumentarán el uso de fertilizantes nitrogenados y, por lo tanto, las emisiones en las explotaciones agrícolas. La solución climática de la industria aeronáutica genera un problema de emisiones agrícolas. Nuevamente, las emisiones se desplazan. (Cap. 15)
20. Existen alternativas superiores (capítulo 20), incluyendo:
 - a. Para los desplazamientos dentro de los continentes y a distancias medias: trenes alimentados directamente por electricidad limpia y renovable (que pueden ser de cero emisiones y cero calentamiento, a diferencia de la aviación alimentada por fuentes de energía renovables, y que ahora son una tecnología madura y completamente desplegable);
 - b. Medidas de gestión de la demanda para reducir los vuelos (en lugar de duplicarlos para 2050) a fin de mitigar los problemas de escalabilidad, reducir los problemas causados por la demanda concurrente de biomasa y energía limpia, y hacer que los escenarios de SAF más ambiciosos sean realmente alcanzables; y
 - c. Saltar sobre los Bio-SAF terrestres y pasar directamente a los Electro-SAF, que no compiten por las tierras, no aumentan los precios de los alimentos, no ralentizan ni invierten la captura de carbono en el suelo, no aumentan las emisiones a nivel de explotación agrícola, etc.

Nos encontramos en una situación de emergencia climática que exige de todos los gobiernos y ciudadanos un nivel de acción comparable al de tiempos de guerra. Se requiere una reflexión rigurosa, holística y a largo plazo, decisiones difíciles, el reconocimiento de compromisos y límites, sabiduría y una acción audaz y valiente. Independientemente de la fuente de combustible, duplicar o triplicar el tráfico aéreo de aquí a mediados de siglo es incompatible con cualquier evaluación responsable y basada en datos científicos sobre los desafíos y compromisos que enfrentamos, así como con las dolorosas y perjudiciales consecuencias que ya se están sintiendo y que probablemente se intensifiquen en las próximas décadas.

planeta demuestra una profunda ignorancia sobre la magnitud de la transgresión de los límites planetarios, es decir, sobre la distancia que ya nos separa del "espacio operativo seguro para la humanidad" en lo que respecta a los flujos de nitrógeno y fósforo, los cambios en el uso del suelo, la extinción de especies y la eliminación de biomasa. (Cap. 10).

Este breve extracto en francés proviene de un informe más extenso en inglés disponible en el sitio web de la UNF: www.nfu.ca/fr/. A continuación, se presenta la tabla de contenidos de la edición en inglés.

Table of Contents

Executive Summary	4
1. Introduction and SAF Primer	8
2. SAF Demand	13
3. Bio-SAF {seeds}: Canola, Soybeans, Corn, and Farmland	15
4. Bio-SAF {residues}: Spinning Straw into Gold	17
5. Bio-SAF {energy crops}: Wood-Burning Jet Planes?	20
6. Electro-SAFs: Liquifying Electricity	24
7. Land Use Change and Emissions from SAFs	28
8. Land Use Change and Demands Upon Our Earth, <i>The Big Picture</i>	32
9. SAFs and Water	37
10. SAFs and Planetary Boundaries	38
11. SAFs and Food Prices	40
12. SAFs and Justice	42
13. SAFs and the Non-Rich World	43
14. SAFs and Competition for Clean Energy and Green Hydrogen	45
15. Agricultural Emissions and SAFs.....	50
16. SAFs and Zero Emissions	51
17. Taxpayer Subsidies (to Reduce the Cost of Flying)	54
18. The Scale-Up Problem.....	56
19. Past Failures to Scale Up	58
20. Superior Alternatives and More-Appropriate Responses	59
21. Conclusion	62
Appendix 1: Acronyms.....	63
Appendix 2: Some Conversion factors	64
Appendix 3: Calculations of land area to produce all SAF from oilseeds (canola & soybeans)	65
Bibliography.....	67