

# Las emisiones de los aviones, sus estelas y sus impactos

José Miguel Viñas

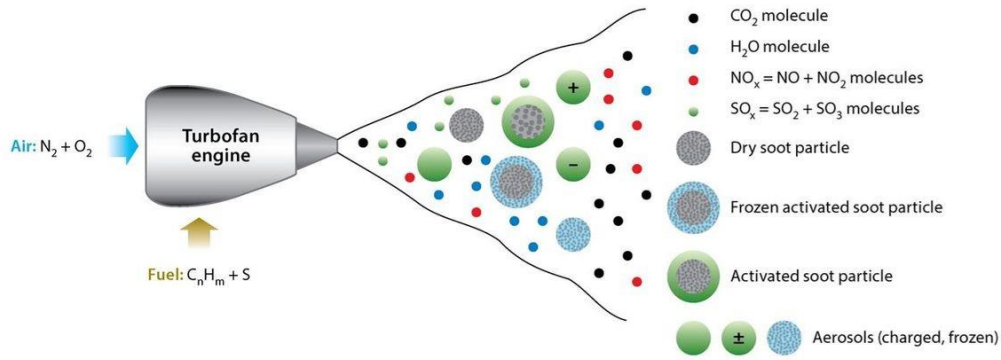
Artículo publicado originalmente en [www.tiempo.com](http://www.tiempo.com)



Motores de un avión fotografiados durante un vuelo.

Ha transcurrido más de un siglo desde que empezaron a verse estelas de condensación en los cielos. La primera observación documentada de una de ellas tuvo lugar en el Tirolo en 1915. Los gases de escape de una aeronave de la época dieron lugar –en palabras del observador (Weickmann), publicadas en 1919– a *“la condensación de un cúmulo en forma lineal (...) que estuvo visible durante bastante tiempo”*. Un par de décadas más tarde, los aviones a reacción comenzaron a surcar los cielos y a partir de la II Guerra Mundial empezó a extenderse el uso de la aviación comercial. Las estelas comenzaron a formar parte de los paisajes atmosféricos.

Antes de explicar por qué se forman las citadas estelas (sus causas físicas), cuál es su naturaleza y cuáles son sus principales características e impactos, vayamos a la causa primera que da origen a la mayor parte de las mismas, que no es otra que los aerosoles que emiten los motores de los aviones. Al igual que ocurre con cualquier otro medio de transporte impulsado con un motor de combustión en el que se queman hidrocarburos, las emisiones provenientes de la aviación son contaminantes y también contribuyen al calentamiento global, debido a la emisión de potentes gases de efecto invernadero como el vapor de agua, el CO<sub>2</sub> y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).



Aerosoles emitidos por un motor de aviación de tipo Turbofán y los distintos elementos embrionarios de las estelas que se generan al paso del avión, como las que aparecen en la imagen inferior. Fuente de la figura: Annu. Rev. Fluid Mech. Año 2016.

El queroseno es el combustible más usado en aviación. Se trata de un líquido inflamable proveniente de la destilación fraccionada del petróleo. Los hidrocarburos que lo forman son moléculas ricas en átomos de carbono. Al entrar en contacto el queroseno con el aire y producirse la combustión en el interior del motor de un avión, se libera por la tobera una mezcla, a muy alta temperatura, de sustancias volátiles (gases) y no volátiles (partículas sólidas), algunas de las cuáles son determinantes en la formación de la estela. En la figura anexa aparecen todos esos productos de la combustión.

### Estelas que evolucionan a nubes de hielo

Las estelas que dejan, a veces, los aviones en el cielo están constituidas prácticamente en su totalidad por hielo: diminutos cristales de agua congelada que reflejan gran parte de la luz solar que incide sobre ellos, de ahí su blancura. Las partículas microscópicas de hollín y de algunos residuos metálicos procedentes de la cámara de combustión y del interior de la tobera de cada motor, actúan como núcleos de congelación y condensación del vapor de agua expelido, dando como resultado gotitas de agua superenfriada y embriones de hielo que rápidamente quedan rezagadas/os con respecto al veloz avión. El rápido crecimiento de esos pequeños elementos de hielo da como resultado las estelas.



Estelas de condensación en diferentes estadios de desarrollo.

El tiempo de permanencia de una estela en la atmósfera depende fundamentalmente de cuáles sean las condiciones de temperatura y humedad en la zona de vuelo. Allí arriba, el aire suele ser bastante seco, por lo que lo más común es que las estelas desaparezcan rápido al paso del avión. Tenemos en este caso estelas de vida corta. Si el contenido de humedad en el nivel atmosférico por donde discurre la estela es relativamente alto, entonces la traza nubosa persiste en el tiempo, manteniéndose como una larga línea que apenas se ensancha. Esto último solo ocurre cuando las condiciones del aire húmedo son próximas a las de la saturación del vapor de agua. En zonas por donde discurren varias rutas aéreas, el resultado es un cielo enmarañado, similar al de la fotografía anexa.

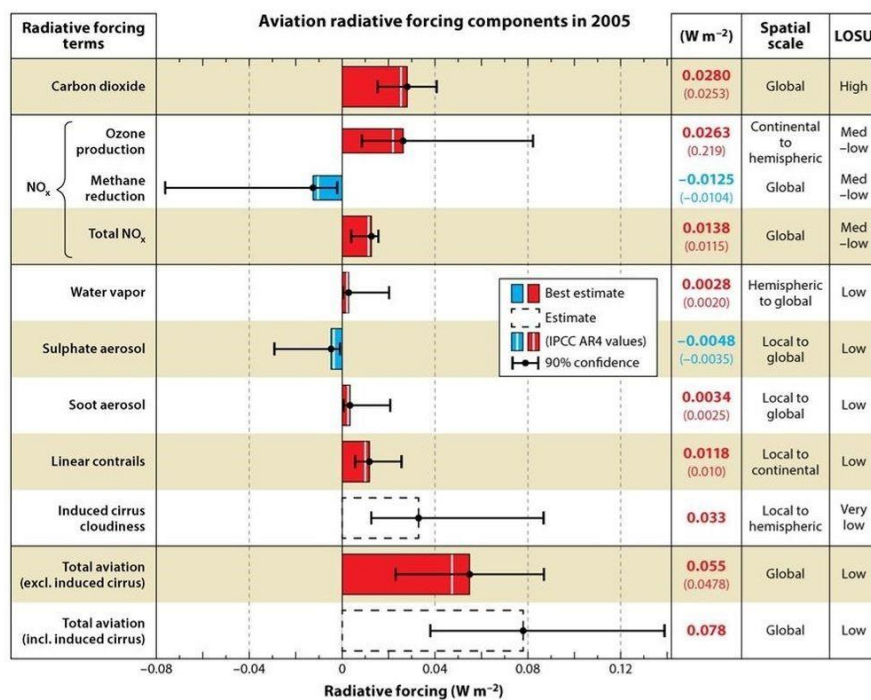
Esas estelas persistentes que se ensanchan con el paso del tiempo terminan dando lugar a nubes cirriformes (altas), de los géneros *Cirrus* y *Cirrostratus*. Los *contrails* –término con el que se conocen internacionalmente, que es el acrónimo de las palabras en inglés *condensation* y *trail* (estela)– fueron incorporados al Atlas Internacional de Nubes de la OMM en su edición de 2017, siendo uno de los ejemplos más representativos de una nube de la especie *homogenitus*.

## Los impactos de la aviación

Tanto las estelas de condensación como los productos procedentes de la combustión de los aviones tienen una influencia medible en la atmósfera, pero muy distinta a la que plantean algunas disparatadas teorías conspiranoicas, que se refieren a los *contrails* como *chemtrails* (estelas químicas) y defienden que estamos siendo fumigados con

fines perversos. En una vuelta de tuerca más, no faltan quienes ven en las marañas de estelas fumigaciones masivas de yoduro de plata, lo que estaría provocando la actual sequía.

La presencia de las estelas supone alrededor del 0,1% de la cobertura nubosa global, si bien el porcentaje es mayor si tenemos en cuenta la evolución posterior de muchas de las estelas, una vez que se generan al paso de los aviones. Esas marañas de estelas (ya transformadas en cirros) contribuyen a calentar la parte baja de la atmósfera. Actúan como una pantalla que atrapa el calor (radiación infrarroja) que escapa de la superficie terrestre, contribuyendo a calentar el aire situado por debajo del nivel donde se forman.



Paoli R, Shariff K. 2016. Annu. Rev. Fluid Mech. 48:393–427

Forzamiento radiativo debido a la aviación global en el año 2005.

Teniendo en cuenta que, en promedio, el 30% de la cobertura nubosa en la Tierra está formada por cirros, un aumento de los mismos contribuiría a aumentar la temperatura global superficial. Si aumenta el tráfico aéreo lo harán, previsiblemente, las estelas, reforzando más el calentamiento global. De momento, el principal objetivo que se han propuesto las compañías aéreas es la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que, tal y como apuntamos esos que emiten los aviones contribuye al efecto invernadero terrestre, reforzándolo.

Alrededor del 3% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen antropogénico son debidas a la aviación. Si bien ese porcentaje es significativamente menor que el debido a las emisiones del transporte terrestre (parque móvil constituido en su mayoría por vehículos de combustión) desde hace años se están desarrollando nuevos combustibles bajos en carbono, entre otras medidas de mitigación del cambio climático, como fuentes alternativas de energía para los aviones. Paralelamente a los avances tecnológicos,

también está encima de la mesa la reducción del número de vuelos, con la vista puesta en los de trayectos cortos, dada su alta huella de carbono, amén de las estelas.