

## Adelgazamiento de nubes cirrus

### Descripción y propósito de la tecnología

El adelgazamiento de nubes cirrus es una propuesta de geoingeniería solar que pretende eliminar o adelgazar las nubes tipo cirrus para permitir que el calor se escape al espacio. Las nubes cirrus son nubes alargadas y difusas que se encuentran a gran altura y que suelen absorber más luz solar de la que reflejan, ya que se forman a bajas temperaturas y están formadas por cristales de hielo. Si estos cristales de hielo son numerosos y pequeños, las nubes cirrus impiden que la radiación terrestre de onda larga escape al espacio, teniendo un impacto climático similar al de los gases de efecto invernadero. En presencia de núcleos de hielo naturales, como el polvo, los cristales de hielo que se forman son menos numerosos y más grandes, duran menos y tienen menos efectos climáticos.

Los promotores de la propuesta teórica de geoingeniería solar conocida como adelgazamiento de nubes cirrus (CCT, por sus siglas en inglés) proponen inyectar núcleos de hielo —como trióxido de bismuto o partículas de aerosol, como ácido sulfúrico o nítrico— en las regiones donde se forman las nubes cirrus. Esto, según infieren, produciría nubes cirrus con cristales de hielo más grandes y que duran menos, a la vez que reduciría su profundidad óptica, lo que

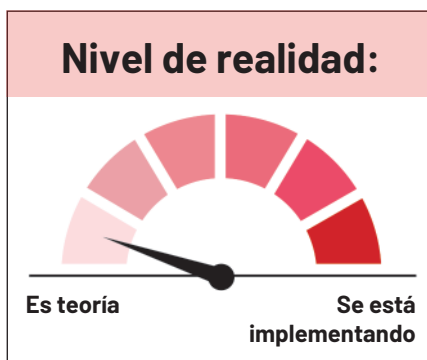


¿Drones rociando partículas para enfriar el planeta?

significa que se transmitiría al espacio más radiación terrestre de onda larga.<sup>1</sup> El adelgazamiento de nubes, según algunos investigadores que proponen la técnica, podría permitir que escapara más calor al espacio.

Otros investigadores señalan que la inyección de “demasiadas” partículas nucleadoras de hielo en nubes cirrus podría producir el efecto contrario: que se produzcan más nubes, más densas, de modo que quede atrapado aún más calor, causando mayor calentamiento global.<sup>2</sup>

Otra serie de estudios subrayan los riesgos de efectos secundarios imprevisibles del adelgazamiento de cirrus, como grandes cambios de las precipitaciones según las regiones, estaciones y efectos diferenciados en los hemisferios sur o norte.<sup>3</sup>



## Actores implicados

Los estudios sobre el adelgazamiento de nubes cirrus se limitan a ejercicios de modelización e investigaciones sobre nubes cirrus por parte de instituciones de investigación. En 2006, el Desert Research Institute, con sede en Estados Unidos, inició un estudio de cinco años sobre nubes cirrus y examinó la concentración de pequeños cristales de hielo, y concentraciones de aerosoles naturales y antropogénicos en las nubes cirrus, con el fin de proporcionar datos más exactos para las predicciones de los modelos climáticos globales.

GeoMIP y ETH Zurich realizan simulaciones de modelización sobre el adelgazamiento de nubes cirrus. El Proyecto de Intercomparación de Modelos de Geoingeniería (GeoMIP) es una colaboración internacional entre centros de modelización del clima, entre ellos instituciones de investigación de Canadá, China, Dinamarca, Alemania, Japón, Noruega, Reino Unido y Estados Unidos. El proyecto está organizado en grupos de trabajo internacionales, que modelizan varios tipos de geoingeniería solar, incluido el adelgazamiento de nubes cirrus.<sup>4</sup>

Un grupo de investigación del Instituto de Ciencias Atmosféricas y Climáticas de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (ETH Zurich) ha simulado el adelgazamiento de nubes cirrus con un modelo climático global y también participa en programas conjuntos de investigación con otras instituciones de investigación, entre ellos el proyecto de investigación alemán AWiCiT (siglas en inglés de adelgazamiento de nubes cirrus árticas invernales). El estudio de modelización AWiCiT estudia la opción de sembrar la atmósfera invernal ártica con partículas nucleadoras de hielo, con el objetivo de reducir el calentamiento del Ártico y frenar el deshielo.

Se están llevando a cabo más estudios sobre el adelgazamiento de nubes cirrus por parte de investigadores de la Universidad de Leeds (Reino Unido), que produce modelos sobre diferentes áreas de la geoingeniería solar. Investigadores de la Universidad de Zhejiang en el marco del Programa de Geoingeniería de China, llevan a cabo otros estudios sobre el adelgazamiento de nubes cirrus.

**// La inyección de “demasiadas” partículas nucleadoras de hielo en nubes cirrus podría ocasionar que se produzcan más nubes, más densas, de modo que quede atrapado aún más calor, provocando mayor calentamiento global. //**

## Impactos de la tecnología

Como todas las técnicas de geoingeniería solar, el adelgazamiento de nubes cirrus podría tener considerables impactos negativos en algunas regiones. En las simulaciones de adelgazamiento de nubes cirrus combinado con incrementos de CO<sub>2</sub>, se notó que el adelgazamiento de cirrus podría aumentar el ciclo hidrológico y, por tanto, podría cambiar el nivel de precipitaciones en el Sahel y los monzones en India.<sup>5</sup> Esto podría tener impactos devastadores sobre millones de personas y sus medios de subsistencia. Aunque se prevé que el adelgazamiento de nubes cirrus reduzca el cambio medio anual global de precipitaciones, los modelos también muestran grandes cambios regionales y estacionales, incluida disrupción en los monzones.

Si el adelgazamiento de nubes cirrus consiguiera un efecto de enfriamiento, también podría causar efectos secundarios negativos, como cambios no deseados en el ciclo hidrológico y en la circulación atmosférica. El sistema climático es complejo y tiene un comportamiento extremadamente no lineal, por lo que perturbar un elemento del mismo podría provocar cambios imprevistos.<sup>6</sup>

Otro problema potencial del adelgazamiento de nubes cirrus es que se inyecten demasiados núcleos y se formen demasiados cristales de hielo adicionales (lo que se llama “siembra excesiva de nubes”). Como consecuencia, las nubes cirrus se vuelven ópticamente más gruesas y menos permeables a la radiación terrestre, lo que provoca un calentamiento adicional de la atmósfera.



Nubes cirrus. Foto: Hehaden, tomada de Flickr.

**// Preocupa el hecho de que se realice adelgazamiento de nubes cirrus a nivel global para crear respuestas climáticas en determinadas zonas. Este tipo de despliegue localizado podría causar impactos negativos en regiones y comunidades que no son el objetivo, precipitando serios conflictos. El que un país evite una ola de calor mediante estas técnicas podría provocar inundaciones en otro. //**

Los modelos que simulan el “engrosamiento de las nubes cirrus” dan como resultado un ciclo hidrológico más débil, mostrando un comportamiento sólo comparable al de duplicar el CO<sub>2</sub>,<sup>7</sup> lo que obviamente causaría graves daños a los ecosistemas y a la vida humana. No se conoce el nivel en el que se produciría el exceso de siembra, lo que añade una considerable incertidumbre a los modelos actuales.

Del mismo modo, habría que evitar la siembra en las regiones libres de nubes con alta humedad relativa donde no se forman nubes cirrus. En este caso, la siembra podría dar lugar a la formación de nubes cirrus en lugar de a su adelgazamiento, lo que provocaría un efecto de calentamiento en el clima. Estos factores interconectados significan que el adelgazamiento de nubes cirrus podría tanto aumentar como disminuir las temperaturas globales.

Tampoco se conoce bien la influencia del adelgazamiento de nubes cirrus en las nubes más bajas; en este caso, el adelgazamiento podría aumentar o disminuir la reflectividad de las nubes o podría permitir que se escape más o menos calor, y es probable que cause problemas climáticos adicionales.<sup>8</sup>

Preocupa el hecho de que se realice adelgazamiento de nubes cirrus a nivel global con la intención de crear respuestas climáticas en determinadas zonas. Esto podría resultar atractivo para algún gobierno, ya que teóricamente ofrecería la oportunidad de supresión de algunos fenómenos extremos, como las olas de calor,<sup>9</sup> una idea que hoy parece descabellada. Hay otro ejemplo de despliegue a pequeña escala que se propone para evitar que se siga derritiendo el hielo marino del Ártico.<sup>10</sup> Este tipo de despliegue localizado podría causar impactos negativos en otras regiones o comunidades vecinas que no sean el objetivo, precipitando serios conflictos. Intentar manipular los fenómenos climáticos de este modo está lleno de riesgos de diferentes tipos, incluso geopolíticos —que un país evite una ola de calor podría provocar inundaciones en otro. O, en lugar de detener el deshielo del Ártico, la tecnología podría utilizarse para derretirlo por completo y abrir lucrativas rutas de navegación.

## Nivel de realidad

El adelgazamiento de nubes cirrus es un concepto teórico y la investigación sobre sus efectos se limita hoy en día a la modelización del clima y se basa en suposiciones que podrían ser erróneas. Los investigadores ni siquiera saben qué sustancias podrían usar para sembrar eficazmente las nubes cirrus ni qué otros retos tecnológicos podrían surgir. Estudios recientes han concluido que ninguna de las estrategias conocidas de siembra de nubes podría lograr un enfriamiento significativo a través del adelgazamiento de nubes cirrus, debido a los complejos

mecanismos microfísicos que limitan la respuesta climática y a las grandes incertidumbres en las respuestas climáticas tanto de las nubes como de la superficie. Estos estudios contradicen directamente las conclusiones anteriores que afirmaban que la siembra de nubes cirrus podría ser un método efectivo de geoingeniería.<sup>11</sup>

## Más información

Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, **"Geoengineering Map"**, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

## Notas finales

- 1 Storelvmo et al. (2013), "Cirrus cloud seeding has potential to cool climate", en *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 40(1): 178-182, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2012GL054201>; Reynolds (2019), "Solar geoengineering to reduce climate change: a review of governance proposals", en *Proc. R. Soc. A.*, Vol. 475, <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.2019.0255>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), *Geoengineering Map*, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>
- 2 Lohmann y Gasparini (2017), "A cirrus cloud climate dial?", en *Science*, Vol. 357(6347): 248-249, <https://science.sciencemag.org/content/357/6348/248/tab-pdf>
- 3 Muri et al. (2014), "The climatic effect of modifying cirrus clouds in a climate engineering framework", en *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 119(7): 4174-4191, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2013JD021063>
- 4 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), *Geoengineering Map*, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>
- 5 Kristjánsson et al. (2015), "The hydrological cycle response to cirrus cloud thinning", en *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 42(24): 10,807-10,815, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015GL066795>; Gasparini et al. (2020), "To what extent can cirrus cloud seeding counteract global warming?", in *Environ. Res. Lett.*, manuscrito aceptado y publicado en línea, 30 de enero de 2020, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab71a3>
- 6 Muri et al. (2014), op. cit.
- 7 Kristjánsson et al. (2015), op. cit.
- 8 Lohmann y Gasparini (2017), op. cit.
- 9 Quaas et al. (2016), "Regional climate engineering by radiation management: Prerequisites and prospects", en *Earth's Future*, Vol. 4(12), 618-625, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016EF000440>
- 10 Lohmann y Gasparini (2017), op. cit.
- 11 Gasparini y Lohmann (2016), "Why cirrus cloud seeding cannot substantially cool the planet", en *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 121(9), 4877-4893, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2015JD024666>; Gasparini et al. (2020), op. cit.