

Jugando con Gaia:

Al ver cómo agoniza el Protocolo de Kyoto, algunos gobiernos concluyen que una reestructuración planetaria es la única salida posible

Asunto: El Protocolo de Kyoto agoniza y el comercio de emisiones de carbono es una farsa. Al reconocer esto, los Estados de la OCDE podrían adoptar políticas socialmente responsables para detener drásticamente el uso y consumo inútil de combustibles fósiles, sin embargo parecen estar apostando a una nueva “cura tecnológica”, que les permita seguir siendo juez y parte en la contaminación planetaria. En la reunión del Panel Internacional sobre Cambio Climático, el gobierno de Estados Unidos promovió las actividades de “geoingeniería”, como la contaminación deliberada de la estratosfera para desviar la luz del sol y abatir las temperaturas.¹ Gobiernos de al menos nueve países y la Unión Europea han financiado experimentos de diseminación de partículas de hierro sobre la superficie del océano para enriquecer el plancton y capturar dióxido de carbono. Los traficantes de carbono también están involucrados en la supuesta fertilización del océano. El debate científico y la experimentación de los gobiernos y las empresas en el tema ocurre sin conocimiento ni participación pública.

Impacto: La prueba de que sí podemos transformar el clima de la Tierra está más allá de discusión. Precisamente por ello padecemos el cambio climático. Sin embargo, imaginar que se pueden corregir los daños con geoingeniería es descabellado. Los gobiernos que ocasionaron el problema ahora experimentan con geoingeniería, lo cual es profundamente irresponsable, ya que quiénes más sufrirán las consecuencias, nuevamente, serán los países de Sur que soportan el calentamiento global y seguramente cargarán con las consecuencias de la geoingeniería.

Foros: En 1978, a petición de Estados Unidos y la Unión Soviética, la Asamblea General de la ONU adoptó la *Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental* (ENMOD, por sus siglas en inglés) como arma contra otros Estados. La Asamblea General de la ONU debe reabrir el debate sobre esta Convención de 1978 a la luz de las nuevas tecnologías y las iniciativas públicas y privadas que se están desarrollando en el mundo con el fin de reestructurar la estratosfera y/o los océanos en detrimento de algunos países. Otras agencias de Naciones Unidas que tratan el problema del cambio climático también deben involucrarse en el tema. Esto incluye al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), al Convenio de Diversidad Biológica y a la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Políticas: Las Naciones Unidas deben reafirmar (y si es necesario ampliar) la Convención ENMOD, reconociendo que cualquier modificación unilateral de la temperatura o el clima es una amenaza para los países vecinos o incluso para toda la comunidad internacional. Experimentos para alterar la estructura de los océanos o la estratosfera no deben proceder sin consentimiento público ni autorización de las Naciones Unidas. El IPCC debe revisar el concepto y la práctica del comercio de emisiones de carbono, y remplazar su mal llamada “solución” basada en el mercado con criterios medibles de reducción de emisiones de CO₂ en el lugar donde se producen. Los Estados de la OCDE deben redoblar sus esfuerzos para reducir su consumo de combustibles fósiles y evitar otras prácticas contaminantes que contribuyen al calentamiento global. El tema de la geoingeniería y sus enormes implicaciones sociales, éticas y políticas debe incluirse en la agenda de la Convención Marco sobre Cambio Climático, a celebrarse del 3 al 14 de diciembre de 2007 en Bali, así como en el 15 Congreso de la Organización Meteorológica Mundial, en mayo de 2007.

“Abandonemos el debate sobre el origen, natural o humano, del efecto invernadero, y enfoquémonos en las tecnologías que puedan resolver el problema.” – Presidente de Estados Unidos, George W. Bush, 25 de mayo de 2006²

En 1975, la Agencia Central de Inteligencia (CIA) y la revista *Newsweek* advirtieron del “enfriamiento del planeta.”³ Ese mismo año científicos británicos confirmaron que había un agujero en la capa de ozono sobre Antártica y, coincidentemente, ese año la Unión soviética y Estados Unidos presentaron ante la Asamblea General de la ONU borradores idénticos para establecer una Convención que prohibiera la modificación climática como arma militar.⁴

¿Cuál es la relación de la geoingeniería y el cambio climático con la biodiversidad agrícola y los agricultores de pequeña escala?

Todo. Algunos de los más prominentes investigadores agrícolas temen que un leve incremento en las temperaturas desencadene una crisis, y entonces los fitomejoradores se sumerjan en los más selectos bancos de genes buscando aquellos resistentes al calor, para diseñar cultivos comerciales para las zonas de mayor productividad agrícola. Ante la urgencia, se abandonaría el principio de precaución y los cultivos genéticamente modificados proliferarían. “Preocupadas” por la contaminación, las empresas insistirían en usar tecnología Terminator (semillas estériles). La seguridad alimentaria global pasaría a depender de un puñado de agronegocios. Los 1 400 millones de personas que dependen de la semilla guardada de la cosecha –la mayoría cultiva en tierras marginales– serían abandonados a sus suerte y en última instancia, expulsados de sus territorios. Aunque esos campesinos preservan una enorme diversidad genética agrícola, ante la crisis se argumentará que la diversidad es muy sensible y que puede resultar inútil si la temperatura se eleva inesperadamente. No estamos de acuerdo. La diversidad genética y los intercambios de semillas entre campesinos de montaña y valle, cruzando latitudes y ecosistemas, son la respuesta a la crisis climática, y los programas de fitomejoramiento basados en las comunidades y en las manos de los agricultores, serán, como siempre, la primera línea de defensa para asegurar la seguridad alimentaria en todas partes. El Grupo ETC examina este problema en un reporte próximo.

Treinta años después, todos –incluso el presidente de Estados Unidos– hablan del calentamiento global; los científicos advirtieron que el calentamiento del Ártico y el derretimiento de la capa permanente de hielo en Siberia podrían detonar un colapso ambiental planetario, y el Congreso de Estados Unidos aceptó estudiar una propuesta de ley a partir de la cual se estableciera un programa nacional de investigación sobre modificación climática.

En 2006 George W. Bush propuso una bala de plata tecnológica que “nos ayudaría” (no sabemos si incluía a toda la humanidad o solo a su país) a salir de la próxima devastación ecológica. Esa bala de plata es la geoingeniería, –la manipulación de la Tierra y sus ecosistemas. La geoingeniería se refiere a diversas actividades: disparar partículas de sulfuro a la estratosfera que formen un “escudo” contra los rayos solares; distribuir partículas de hierro en los océanos para enriquecer el plancton y capturar dióxido de carbono, o “sembrar” nubes con químicos para estimular la producción de lluvia. David Keith, físico de la Universidad de Calgary, se refiere a la geoingeniería como “una solución hipócrita que usa tecnología adicional para contrarrestar daños colaterales sin eliminar el problema que los ocasiona.”⁵

Geoingeniería – Manipulación del ambiente a gran escala para provocar cambios que contrarresten los efectos colaterales nocivos de las actividades humanas.⁶

Por supuesto que hay amenazas ambientales provocadas por los humanos. Por ejemplo, todavía sufrimos las consecuencias de nuestra primera precipitación radioactiva. A pesar de que se renovaron las preocupaciones sobre el poder nuclear con el súbito fracaso de la planta nuclear Forsmark en Suecia en julio de 2006,⁷ el poder nuclear está reapareciendo y algunos

dentro del movimiento ambiental están dispuestos a aceptar la energía nuclear como la única alternativa “políticamente realista” a los combustibles fósiles.

En este *Communiqué*, el Grupo ETC revisa algunas de las propuestas de la geoingeniería que están logrando legitimidad entre los elaboradores de políticas y los científicos. Con los impactos del cambio climático volviéndose cada vez más evidentes y con la necesidad cada vez más urgente de hacer algo, es muy posible que gobiernos ricos, alarmados, apostarán a soluciones rápidas en vez de arriesgarse a incomodar a sus electores u ofender a la industria. Tan descabellada como suene (y resulte) la geoingeniería, los gobiernos en todo el mundo están concientes de que algo debe hacerse urgentemente. También están concientes de que el comercio de emisiones de carbono no hace ninguna mella en el cambio climático. La geoingeniería será motivo de un debate muy serio y de muchas acciones unilaterales.

Prueba de principio: ¿Es realista la geoingeniería? Desafortunadamente, la humanidad ya experimentó que la reestructuración masiva de la Tierra sí es posible. Seque los suficientes humedales y sature con monocultivos suficientes territorios y el ecosistema cambia. Tale una enorme cantidad de bosques y el clima cambia. Arroje a la atmósfera la suficiente contaminación industrial y el ozono desaparece. ¡La “prueba de principio” afirma que la geoingeniería es posible!

Geoingeniería – breve historia:

Coberturas estratosféricas de plata: Hemos tardado en darnos cuenta lo mucho que podemos afectar el planeta. En 1930, Robert Millikan – físico y Premio Nóbel – insistió en que la actividad humana no podría dañar algo tan poderoso como el planeta Tierra.⁸ Mientras decía esto, se estaban inventando los clorofluorocarbonos, CFCs –el cóctel químico responsable de adelgazar a velocidad alarmante la capa de ozono de la estratosfera,

problema que obligó a tomar acciones inmediatas como la prohibición de los CFCs a mediados de los años ochenta mediante el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal.

Tampoco es nueva la idea de revertir el calentamiento global con arreglos tecnológicos. En la década de los cuarenta, Bernard Vonnegut (hermano del novelista Kurt Vonnegut), un prestigiado meteorólogo, descubrió que el humo del yoduro de plata provocaba que las nubes soltaran su lluvia.⁹ Su descubrimiento motivó que el gobierno emprendiera serios esfuerzos para manipular el ambiente. Hasta entonces, la “siembra” de nubes había sido ilusión de excéntricos y artistas conceptuales, pero para 1951, el 10% del territorio estadounidense estaba bajo nubes que habían sido sembradas por alguna empresa.¹⁰ Los gobiernos y las empresas ya tienen historia en eso de jugar con irresponsablemente con el clima. Recordemos el ultra secreto “Proyecto Popeye” de la CIA para hacer llover, que comenzó en 1966 y siguió durante siete años y 2 300 misiones de siembra de nubes sobre el Ho Chi Minh Trail en la guerra de Vietnam.¹¹ El objetivo era destruir la red de caminos del Vietcong y, como ganancia extra, anegar el cultivo de arroz del norte de Vietnam. Si bien las lluvias aumentaron, la fuerza aérea de Estados Unidos nunca pudo determinar si ello tenía que ver con su proyecto secreto.

Hacer llover siempre ha sido una tentación muy arriesgada. En 1952 una inundación repentina en Lynmouth al suroeste de Inglaterra mató a 34 personas. El desastre se atribuyó (tal vez erróneamente) a los experimentos clandestinos que llevaba a cabo la Fuerza Aérea Real para provocar la lluvia.¹² Mientras la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano se celebraba en Estocolmo en 1972, una tromba ahogó a 238 personas en Rapid City, al sur de Dakota, Estados Unidos, en un día en que se realizaban experimentos de siembra de nubes muy cerca de allí.¹³ Con el tiempo, el público ha desarrollado una desconfianza muy sana hacia los esfuerzos públicos y privados para inyectar las nubes con partículas artificiales de plata.

Recientemente, experimentos más convincentes se han enfocado en la “siembra higroscópica de nubes” – un proceso con calor, a diferencia de la siembra fría o glaciogénica. Los resultados obtenidos por los investigadores en el South African National Precipitation and Rainfall Enhancement Programme (programa nacional de mejoramiento de la precipitación y las lluvias en Sudáfrica) les valieron el premio de los Emiratos Árabes Unidos 2005 por la “excelencia en el avance de la ciencia y la práctica para la modificación climática”.

Otros proyectos de siembra cálida de nubes han ocurrido en Estados Unidos, Tailandia, China, India, Australia, Israel, Sudáfrica, Rusia, Emiratos Árabes Unidos y México.¹⁴ Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), al menos 26 gobiernos realizaron rutinariamente experimentos de alteración climática en el año 2000.¹⁵ Para 2003-2004, solo 16 miembros de la OMM reportaron actividades de modificación climática, aunque sabemos que este tipo de experimentos se realizaron en muchos más países (ver mapa).

Muchas de las potencias militares mundiales están fascinadas con el control climático. Un informe de la fuerza aérea de Estados Unidos, titulado *Weather as a Force Multiplier: Owning the weather in 2025* (El clima como fuerza multiplicadora: poseyendo el clima en 2025) concluye que el clima “puede proveer una dominación del campo de batalla hasta un grado nunca antes imaginado”, incluyendo la capacidad de desarticular operaciones enemigas provocando tormentas, sequías y escasez de agua dulce.¹⁶ En 2004, dos ciudades chinas en la provincia de Henan – Pingdingshan y Zhoukou – estuvieron a punto de una batalla cuando ambas trataron de alterar las condiciones locales del clima disparando partículas diminutas de yoduro de plata hacia la troposfera (la porción más baja de la atmósfera terrestre).¹⁷ La ciudad lejana a la corriente del viento acusó a la ciudad expuesta al viento de robarle su clima. Esto no desanimó al gobierno chino de prometer al Comité Olímpico Internacional que usará modificación climática para garantizar días

soleados durante los juegos olímpicos en Beijing 2008. Si llegaran a cumplir su promesa, mejor que consulten con el rey de Tailandia, quien en 2006 obtuvo dos patentes sobre procesos de estimulación de lluvias.¹⁸ ¿Sería vergonzoso que durante el desfile olímpico se nublara con la disputa sobre una patente!

Ingeniería geopolítica (sin fronteras)

¿Qué lecciones se aprendieron? La historia de la modificación climática – para propósitos militares y económicos – está llena de suspicacias. ¿Mejorarán los gobiernos su actitud hacia el cambio climático? Cuando se agotó la capa de ozono los gobiernos actuaron responsablemente prohibiendo los clorofluorocarbonos (aunque algunos digan que demasiado tarde) estableciendo el Protocolo de Montreal en 1987.¹⁹

No había otra alternativa pues el agujero en la capa de ozono se relacionó directamente con los CFCs y el impacto se evidenció en el cáncer de piel adquirido en las playas donde la gente rica toma el sol. Ante el hoyo en la capa de ozono, ni la industria ni los gobiernos pudieron proponer con urgencia una estrategia diferente de la prohibición de los CFCs.

Las causas e implicaciones del cambio climático son mucho más complejas y todavía hay muchos políticos y expertos buscándole el lado positivo. Desde el descubrimiento del hoyo en la capa de ozono en 1974, los gobiernos y las corporaciones han minimizado el problema y les han dicho a los ciudadanos en los países de la OCDE que una respuesta efectiva al cambio climático puede lograrse prácticamente sin sacrificio. Hoy, la industria y los gobiernos no solamente confunden al público, sino que promueven paliativos tecnológicos con tal de salvaguardar el *status quo* de los ricos.

The Guardian reportó recientemente que Estados Unidos está inconforme con el borrador de un informe de tres partes que prepara el Panel Internacional sobre Cambio

Climático (IPCC por sus siglas en inglés).²⁰ A Estados Unidos no le importa el “enfoque en los efectos negativos” del cambio climático, o su rechazo a acuerdos voluntarios, lo que quiere es que se dé un lugar prominente a las soluciones técnicas en las recomendaciones de la parte final.²¹

Otra estrategia común de los que se niegan a reducir las emisiones es insistir en el mejoramiento de la eficiencia. Clyde Prestowitz, por ejemplo, un publicirrelacionista corporativo bastante famoso, clama que los automovilistas en Estados Unidos obtienen el doble de provecho de un barril de petróleo ahora de lo que obtenían en 1975. Prestowitz asegura que con las más nuevas tecnologías Estados Unidos podría duplicar una vez más la eficiencia en el uso del petróleo.²² Se requiere el 33% menos energía para producir una unidad de producto interno bruto (PIB) en las economías poderosas hoy de lo que era necesario a mitad de los años setenta.²³ El mundo desperdicia 2 300 millones de galones de gasolina por año solamente en problemas de tránsito vehicular.²⁴ No necesitamos cambiar nuestro estilo de vida —únicamente mejorar nuestra eficiencia. No necesitamos pensar en poner límites al consumo o en la conservación —siempre contaremos con nuevas tecnologías. ¡Que vengan los ultravioleta! No importa que la humanidad haya consumido más recursos naturales desde la Segunda Guerra Mundial que en toda la historia previa.²⁵ Tampoco importa que la demanda mundial de energía —a pesar de las muy anunciadas mejoras en la eficiencia— salte un 60% del 2002 al 2030, y que se necesite invertir en esto unos \$568 mil millones de dólares cada año.²⁶

Así que si los gobiernos no están preparados para pedirles a sus ciudadanos que cambien sus estilos de vida, ¿es la geoingeniería una opción realista? El concepto está ganando aceptación muy rápidamente.

Geoingeniería –en tiempo real:

El apoyo reciente a la geoingeniería proviene tanto de los círculos científicos como de los círculos políticos. El debate actual sobre la posibilidad de reestructurar la estratosfera tiene sus antecedentes en un documento del Dr. Edgard Teller —el premio Nóbel responsable de la bomba de hidrógeno, y uno de los científicos que más influyeron en la política de Estados Unidos en la segunda mitad del siglo 20. Teller respaldó públicamente la geoingeniería junto con otros dos colegas, en el 22 Seminario Internacional sobre Emergencias Planetarias en Erice, Sicilia.²⁷ Si bien los autores no presentaron sus hallazgos como parte de un proyecto del gobierno estadounidense, sus experimentos los llevaron a cabo en el Livermore National Laboratory, en contacto con el Departamento de Energía. A finales de los cincuenta, Teller consideró paranoia infundada que le prohibieran usar artefactos nucleares en proyectos hidroeléctricos y estrategias mineras en Estados Unidos. Ya desde entonces, las ganas de los científicos para experimentar con geoingeniería sentaron un fuerte precedente entre la comunidad que discutía soluciones para el cambio climático.

Teller habría sido tomado como un científico fuera de moda si no hubiera sido porque otro premio Nóbel, el holandés Paul J. Crutzen —quien fue laureado por su trabajo pionero sobre la capa de ozono— contribuyó a poner de moda la geoingeniería, cuando en 2002, con cierto recelo, escribió en *Nature*: “Nuestro futuro podría incluir proyectos de geoingeniería en gran escala, internacionalmente aceptados.”²⁸

TABLA 1: Prueba de principio: pasado y presente de la geoingeniería

Diez formas *antiguas* de geoingeniería:

- ✓ Talar la mayoría de los bosques;
- ✓ Convertir sabanas y tierras marginales en parcelas de monocultivo
- ✓ Poner dique a las cascadas, desviar ríos, secar humedales y drenar acuíferos;
- ✓ Emitir miles de millones de contaminantes industriales, desechos de automóviles y otros químicos tóxicos a la estratosfera y a los suelos cada año;
- ✓ Eliminar especies y diversidad genética de ganado y cultivos
- ✓ Sobreexplotación de tierras marginales, ocasionando erosión del suelo y desertificación;
- ✓ Destrucción de los ecosistemas más importantes del mundo;
- ✓ Agotar – posiblemente sin remedio – la mayoría de las especies marinas comerciales;
- ✓ Condenar a la extinción a la mitad de los arrecifes de coral del planeta;
- ✓ Contaminar prácticamente todas las reservas de agua dulce del mundo.

Diez formas *nuevas* de geoingeniería:

- Creación de vastas plantaciones de árboles para producción de biocombustibles y captura de carbono;
- Proliferación de plantas de energía nuclear;
- Contaminación de los centros de diversidad genética con ADN de cultivos genéticamente modificados;
- **“Fertilizar” el océano con nanopartículas de hierro para enriquecer las reservas de fitoplancton y capturar dióxido de carbono;**²⁹
- Construir 16 billones de sombrillas en el espacio para desviar los rayos del sol a un kilómetro y medio de distancia de la Tierra;³⁰
- Lanzar entre 5 y treinta mil naves con turbinas para disparar sal en spray, para blanquear las nubes y que desvíen la luz del sol;³¹
- Confinar CO₂ comprimido en minas abandonadas y en pozos petroleros activos³²
- **Cada dos años, disparar aerosoles derivados de sulfato a la estratosfera para desviar la luz del sol;**³³
- Cubrir desiertos con película reflejante para repeler los rayos solares.

Entonces, al año siguiente, Andrew Marshall, quien trabajara durante mucho tiempo en el Pentágono y que junto con Teller desarrolló y argumentó fuertemente a favor de la estrategia de defensa con misiles llamada “Guerra de las Galaxias”, comisionó al antiguo jefe de planeación de Royal Dutch/Shell y a un diseñador de escenarios de Emeryville, California, para que diseñaran respuestas estratégicas del gobierno ante un viraje en la Corriente del Golfo a lo largo del Mar de los Sargazos.³⁴ Entre sus siete recomendaciones propusieron geoingeniería para detener el cambio climático y evitar mayor desviación de la Corriente fuera del mar.³⁵ Ese mismo año, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos publicó un informe en que pidió a

Washington que estableciera un programa nacional de investigación sobre modificación climática.³⁶

Paul Crutzen regresó al debate, provocando una verdadera tempestad en un vaso de agua en agosto de 2006, cuando escribió un “ensayo editorial” en la revista *Climatic Change* llamando a investigar el uso de aerosoles sub-micrométricos derivados de sulfatos para reflejar la luz del sol en la estratosfera, con el fin de enfriar la Tierra.³⁷ Crutzen, profesor en el instituto de química Max Planck en Mainz, Alemania, opina que cañones y globos de gran altitud podrían usarse para disparar dióxido de sulfuro a la estratosfera, simulando el efecto de una erupción volcánica. El dióxido de

sulfuro se convertiría en partículas de sulfato. El costo, Crutzen considera que sería entre 25 y 50 mil millones de dólares por año, muy por debajo –según él– del billón de dólares que cada año gastan los gobiernos del mundo en defensa. Crutzen aclara que el costo no incluye el medio millón de muertes prematuras que ocasionarían las partículas contaminantes, suspendidas en la atmósfera durante dos años. Crutzen reconoce que esta es una propuesta riesgosa e insiste en que debe llevarse a cabo solo si todo lo demás fracasa. Incluso afirma que al parecer ya no hay voluntad política para intentar otras soluciones.

Sus puntos de vista lo han vuelto un científico muy controvertido. Sin embargo, Ralph J. Cicerone, químico especializado en ciencias de la atmósfera y presidente de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, escribió en el mismo número de *Climatic Change* un editorial en el que apoya mayor investigación de las propuestas de Crutzen sobre geoingeniería. A mediados de 2006, declaró al *New York times*: “debemos tratar estas ideas como cualquier otra investigación y programarnos para tomarlas en serio.”³⁸

A principios de año, Cicerone invitó a Roger P. Angel, un astrónomo bien establecido en la universidad de Arizona, a hablar en la reunión anual de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. El Dr. Angel tiene un plan para colocar en órbita billones de lentes –cada uno de dos pies de ancho pero tan delgados como una oblea– para desviar la luz del sol.³⁹

Entre el respaldo de Cicerone y el ensayo de Paul Crutzen, de pronto ya es políticamente correcto hablar geoingeniería como una respuesta legítima al cambio climático: un cambio en la credibilidad que el *New York Times* califica como “un drástico cambio de opinión.”⁴⁰

¿Beneficios de la contaminación atmosférica?

Lo que sube, baja (usualmente). Ya sea yoduro de plata, spray de sulfuro o de sal, las toneladas de partículas que necesitarían ser arrojadas regularmente a la estratosfera regresarán en algún momento a la tierra. Todo

lo relacionado con la salud y la seguridad ambiental en relación con las partículas contaminantes, y las novedosas nanopartículas diseñadas, es muy relevante en estos esquemas de contaminación intencional. Los expertos en cambio climático insisten en que debemos distinguir entre contaminación accidental y estrategias de modificación climática que disparan partículas de materiales hacia el aire que respiramos, pero nuestros pulmones no saben de tal diferencia.⁴¹ Según la Organización Mundial de la Salud, más de 450 mil personas mueren cada año por emisiones de la industria y los vehículos y por la quema de combustibles en interiores.⁴² Aplicar geoingeniería en la estratosfera facilita que la industria continúe contaminando la atmósfera y hace más complejo el problema al contribuir masivamente a la contaminación con partículas.

Modificando el mar: de cortinas de sulfuro a alfombras de hierro

Sembrando los siete mares: No solamente existen propuestas serias para reestructurar la estratosfera. Los gobiernos y la industria también están considerando realizar cambios importantes a la superficie del océano. Desde 1933, se han documentado al menos diez experimentos, realizados por gobiernos o por el sector privado, de “siembra” de secciones de la superficie del océano para demostrar que es posible la fertilización con hierro, lograr captura de carbono y contrarrestar el calentamiento global. Otros experimentos de fertilización se encuentran en espera de análisis para 2007. En octubre de 1993 –un año después de la Cumbre de la Tierra de Río– una expedición encabezada por Estados Unidos (llamada IRONEX I) desplegó una alfombra de 64 kilómetros cuadrados de partículas de hierro en el Pacífico ecuatorial, unos 500 kilómetros al sur de las Islas Galápagos de Ecuador.⁴³ El proyecto fue financiado por la Oficina de Investigación Naval de Estados Unidos (US Office of Naval Research) e involucró a nueve instituciones estadounidenses de investigación así como a

dos universidades británicas. Con el experimento se duplicó la biomasa de las plantas, se triplicó la cantidad de clorofila y se cuadruplicó la vegetación.⁴⁴ Los investigadores enfatizaron que sus experimentos no eran “pasos preliminares a la manipulación climática.”⁴⁵

El efecto de IRONEX I en el ciclo del carbono no fue muy claro. Algunos investigadores temían que la captura de dióxido de carbono fuera temporal y que eventualmente el CO₂ regresaría a la atmósfera poco después. Se propuso la realización de pruebas adicionales.

Un segundo experimento (IRONEX II) se realizó a 1 200 kms al sureste de las Galápagos durante mayo y junio de 1995.⁴⁶ El financiamiento provino de tres países: Inglaterra, México y Estados Unidos, y la mayoría de los recursos, nuevamente, la aportó el gobierno de Estados Unidos, a través de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) y la Oficina de Investigación Naval. Participaron también siete institutos, incluidos el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada de México (CICESE-Oceanografía Física) y el Consejo de Investigación Natural Ambiental del Reino Unido (UK Natural Environment Research Council).⁴⁷ Nuevamente, el efecto en la captura de carbono no fue claro. El spray de partículas de hierro ocasionó un florecimiento masivo del fitoplancton que absorbió dióxido de carbono, pero los investigadores no quedaron convencidos de que esa absorción sería una captura definitiva o evitaría que el CO₂ fuera devuelto a la atmósfera una vez que los barcos de experimentación regresaran a casa.

Bajo el nombre de SOIREE (Southern Ocean Iron Release Experiment Expedition, o Expedición para experimentar la liberación de hierro en el sur del océano), Nueva Zelanda, Australia, Canadá, Reino Unido, Alemania y los Países Bajos se unieron a Estados Unidos en febrero de 1999 en una travesía al sur de Nueva Zelanda.⁴⁸ Financiamiento adicional provino de la Unión Europea, del proyecto CARUSO (Carbon Dioxide Uptake Southern Ocean, Captura de CO₂ en el sur del océano) y

de dos empresas privadas en Reino Unido y Australia que también se involucraron. Las partículas de hierro se distribuyeron sobre 50 kilómetros cuadrados en la región, pero seis semanas después satélites de la NASA mostraron que el fitoplancton se había expandido más allá de la zona original de experimentación y cubría 1 100 kilómetros del océano. La cantidad de plancton dentro de la zona era diez veces mayor a la de afuera. Según el reporte, no era posible medir el carbono capturado en la superficie ni en aguas profundas. Los resultados de la expedición SOIREE no respaldan la fertilización con hierro del océano como forma de prevenir el cambio climático, pero el experimento sí concluyó que la “fertilización en gran escala podría ocasionar cambios sustanciales a los ecosistemas de este ambiente.”⁴⁹

A pesar de que no tuvo éxito la captura de carbono los experimentos continuaron. En noviembre del 2000, otro experimento nombrado EisenEx se llevó a cabo en las aguas de Cape Town en Sudáfrica.⁵⁰ Financiado principalmente por el German Ministry of Research and Technology (Ministerio alemán de investigación y tecnología) junto con la Unión Europea, los Países Bajos y el Reino Unido, científicos de 15 países se unieron al crucero. El experimento demostró que la siembra de hierro cuadruplicaría la biomasa en el lapso de tres semanas, pero el equipo no consideró lo que pasaría después con la abundancia creada.

Otro experimento, considerado exitoso por sus financiadores (pero no por todos los científicos), tuvo lugar en julio de 2001 en el Pacífico occidental, al noreste de Japón.⁵¹ La expedición, conocida como SEEDS (Subarctic Pacific Iron Experiment for Ecosystem Dynamics Study, Experimento con hierro en el Pacífico sub-Ártico para estudiar la dinámica del ecosistema) fue financiada principalmente por el Global Environmental Research Fund de Japón con algunos aportes de Canadá.

Sembrando los mares - ¿Porqué la fertilización con hierro?

Los océanos juegan un papel clave en la regulación del clima mundial. A pesar de su tamaño diminuto, los microorganismos que integran el fitoplancton (que habitan en la superficie del océano) capturan en conjunto la mitad del dióxido de carbono que absorben cada año las plantas de la atmósfera terrestre.⁵² Mediante el proceso de fotosíntesis el plancton captura el carbono y la luz del sol para crecer y liberar oxígeno a la atmósfera.

La productividad del fitoplancton en los océanos del mundo está declinando como resultado del cambio climático y el alza en la temperatura. La cantidad de hierro que de manera natural se deposita en los océanos proveniente del polvo atmosférico (que da nutrientes al fitoplancton) también ha disminuido dramáticamente las últimas décadas. Según información de satélite de la NASA, la vida vegetal microscópica del océano ha disminuido significativamente con el calentamiento del agua de 1999 a 2004. Los océanos alrededor del Ecuador en el Pacífico sufrieron una disminución de más del 50% en la producción de fitoplancton.⁵³ Los promotores de las estrategias de fertilización con hierro piensan que el hierro es el nutriente que falta y que restaurará el fitoplancton y capturará de dos mil a tres mil millones de toneladas adicionales de dióxido de carbono cada año –entre un tercio y la mitad de las emisiones globales de la industria y los automóviles.⁵⁴ Algunas regiones del océano (especialmente cerca del Ártico y los círculos Antárticos) son ricas en nutrientes, pero anémicas, es decir, les falta hierro suficiente para estimular el crecimiento del plancton. Los científicos consideran que si se agrega hierro en esas zonas anémicas pero saludables –conocidas como zonas HNLC (altas en nitratos y bajas en clorofila, por sus siglas en inglés) podría incrementarse la absorción de CO₂ que realiza el plancton.

Un segundo experimento SEEDS de fertilización con hierro ocurrió en el Pacífico norte, en el este subártico en verano de 2004. Otro experimento llamado SOFex (Southern Ocean Iron Experiment, Experimento con hierro en el océano del sur) se condujo en el Océano Antártico durante enero y febrero de 2002 por parte de un gran número de universidades de Estados Unidos y con fondos de la Fundación Nacional para la Ciencia y el Departamento de Energía.⁵⁵ Esta ocasión, el barco de la Institución Oceanográfica Scripps arrojó casi tres toneladas de partículas de hierro.⁵⁶

Los resultados del experimento preocuparon a muchos. El Dr. Kenneth Coale, jefe de la expedición y director de los laboratorios Moss Landing en California, dijo a la prensa que la fertilización con hierro podría esterilizar porciones del Pacífico.⁵⁷ Los investigadores recordaron a John Martin, ex director de los laboratorios Moss Landing, quien por primera vez articuló la “hipótesis del hierro” y en 1991 alardeó que si dispusiera de la mitad de un carguero de partículas de hierro podría crear una nueva Edad del Hielo.⁵⁸

Unos meses más tarde, en julio y agosto de 2002, otra expedición de fertilización se lanzó al Golfo de Alaska. Se denominó SERIES (Subarctic Ecosystem Response to Iron Enrichment Study, Respuesta del ecosistema sub-Ártico al enriquecimiento con hierro).⁵⁹ Entre los países involucrados estuvieron Canadá (participaron cuatro de sus universidades), Nueva Zelanda, China y Japón.

Con tantos intentos y resultados preliminares, uno esperaría que los gobiernos pasaran a otra cosa. Pero no esta banda de rudos marineros. En febrero y marzo de 2004, los europeos patrocinaron otro experimento con hierro en un área del océano de aproximadamente 2 200 kilómetros al suroeste de Ciudad del Cabo. Se llamó EIFEX (European Iron Fertilisation Experiment, Experimento europeo de fertilización con hierro). Incluyó a 53 científicos de 14 instituciones y tres compañías de siete países europeos y Sudáfrica. Durante un periodo de nueve semanas se arrojaron siete toneladas de sulfato de hierro sobre un área de 150 kilómetros cuadrados. El instituto Alfred Wegener de Bremerhaven, Alemania, quien coordinó el ejercicio, no pudo determinar cuánto fitoplancton se produjo en el área, pero especuló que las glotonas ballenas estarían muy felices con la multiplicación del alimento.⁶⁰

Usureros del carbono

Oceanógrafos contactados por el Grupo ETC – incluso algunos que en el pasado participaron en estudios de fertilización con hierro – rechazan que la “siembra” de hierro en gran escala sea una alternativa para combatir el cambio climático, y se están distanciando de la comercialización de la fertilización con hierro, que es otra de las facetas del negocio de la captura de carbono. Si la fertilización con hierro sirve para que el océano capture dióxido de carbono masivamente, los traficantes de carbono verán en ello un gran negocio. El mercado de carbono promueve que empresas o individuos compren el derecho a contaminar (los créditos de carbono), es decir, que se comprometan a invertir en proyectos que, según “expertos”, neutralizarán las emisiones de dióxido de carbono.

GreenSea Ventures Inc. realizó dos experimentos pioneros de fertilización con hierro en el Golfo de México, primero en enero y después en mayo de 1998.⁶¹ En su sitio web, la compañía indica que su próximo paso es realizar un experimento de gran escala: “En la prueba, un área seleccionada de aproximadamente 5 000 millas cuadradas sería fertilizada con hierro, y se estudiarían con gran detalle sus resultados, principalmente el transporte de carbono al océano profundo.”⁶² GreenSea estima que la aplicación de hierro en un área de 5 000 millas cuadradas durante un mes capturaría entre 100 mil y 200 mil toneladas de CO₂ equivalentes aproximadamente a lo que mil acres de bosque capturarían en un periodo de 40 años.⁶³ No se sabe cuándo la compañía planea realizar este enorme experimento. Michael Markels, directivo de GreenSea Ventures, tiene al menos cinco patentes y/o solicitudes de patente relacionadas con la fertilización con hierro para capturar CO₂ (ver la tabla de patentes).

Planktos, con sede en California, se autodescribe como “empresa de eco-restauración” creada para vender créditos de

CO₂ a contaminadores mediante la captura de gases invernadero.⁶⁴ La compañía ya vende créditos de carbono a personas que quieran minimizar la contaminación que realizan. Se llaman “créditos de restauración del ecosistema”. (Ver la caja: *Absolviendo el pecado de las emisiones*). Planktos planea conducir su primera “prueba comercial” de fertilización con hierro en el Pacífico (cerca de Hawai o la Polinesia Francesa) a principios de marzo o abril de 2007.⁶⁵ La compañía espera “traer a casa información que corrobore la captura permanente de CO₂ en el fondo del océano”.⁶⁶ Planktos asegura que como resultado de la fertilización con hierro, el CO₂ es arrastrado “permanentemente” hacia el piso del océano (ellos ponen las comillas para evadirse un poco de la responsabilidad) reduciendo así los gases invernadero. Planktos también asegura que usarán nanopartículas de hierro: “las partículas son tan pequeñas que la tasa de hundimiento se mide en semanas y meses en vez de minutos.”⁶⁷ Esto es alarmante, porque los científicos han advertido que la liberación al ambiente de nanopartículas debe prohibirse hasta que se sepa más acerca de sus impactos en la salud y el ambiente.⁶⁸

Si bien la empresa afirma que tiene “el apoyo de la renombrada comunidad de autoridades e instituciones de la ciencia oceanográfica internacional”,⁶⁹ sus credenciales científicas ya han sido cuestionadas anteriormente⁷⁰ y varios científicos contactados por el Grupo ETC negaron colaborar con Planktos.

Climos, con sede en San Francisco, es una nueva compañía que espera “potenciar procesos naturales para la reducción de gases invernadero.” Ha dicho que trabajará en la fertilización del océano para el control del carbono atmosférico.⁷¹ A Climos la encabeza Dan Whaley, un empresario del Silicon Valley. En diciembre de 2006 la compañía anunció que la Dra. Margaret Leinen se uniría a Climos como directora del área de ciencia. Leinen fue anteriormente directora asistente de ciencias de la tierra en la Fundación Nacional para la Ciencia de Estados Unidos.

Como lo describe Larry Lohmann de la organización Corner House en su libro *Carbon Trading*,⁷² la captura de carbono puede ser un negocio increíblemente lucrativo.

Los involucrados en la fertilización con hierro, por ejemplo, predicen de manera optimista que recuperarán anualmente 75 mil millones de euros asumiendo que el costo del secuestro es de 5 euros por tonelada y que el precio del comercio de carbono es de tal vez 25 euros por tonelada.⁷³

Pero incluso si la siembra de hierro provoca florecimientos de plancton que transfieren CO₂ de la atmósfera al mar profundo, no hay base científica para argumentar que se quedará allí permanentemente.⁷⁴ Algunos científicos dicen que el CO₂ almacenado reaparecerá eventualmente.⁷⁵ Pero las compañías que negocian con las emisiones de carbono solo necesitan tenerlo fuera de la vista el tiempo suficiente para cambiar sus cheques. Si el CO₂ reaparece en la atmósfera dentro de uno o cinco años, probar de dónde viene será extremadamente difícil.

Los críticos de la fertilización con hierro a escala industrial señalan que “los ciclos alimenticios y bioquímicos de la vegetación oceánica serán alterados de formas inesperadas.”⁷⁶ Otros enfatizan que el océano puede tener otras deficiencias nutricionales además del hierro – los científicos han identificado el silicio como un componente crucial en el transporte del carbono, por ejemplo – pero cada “corrección” a la composición del agua del mar podría traer consecuencias inesperadas. Según los científicos canadienses que escriben en *Science*, si las

estrategias de comercio de carbono hacen lucrativo que las compañías se comprometan en la fertilización del océano “los efectos acumulativos tendrán consecuencias de larga escala, una clásica tragedia de los *commons*.”⁷⁷

Mark Lawrence del instituto Max-Planck (Alemania) agrega que la fertilización con hierro en gran escala podría tener impactos atmosféricos y climáticos inesperados, como el adelgazamiento de la capa de ozono y la intensificación de los niveles de luz ultravioleta en la superficie de la Tierra.⁷⁸

“En realidad, se trata de un experimento de negocios en vez de un experimento científico.”
– Russ George, Director General de Planktos, Inc., al describir las actividades de fertilización del océano de su empresa a la periodista Wendy Williams.⁷⁹

Absolviendo el pecado de las emisiones ¿Indulgencias para el Siglo 21?

Según la *Catholic Encyclopedia*, una indulgencia es “una suspensión del castigo temporal debido a un pecado.” Funciona así: el pecador, peca. Dios, ejerciendo su infinita sabiduría y/o compasión puede perdonar al pecador, pero incluso el perdón divino no elimina la necesidad de castigar el pecado cometido. “Buenas obras” por parte del pecador – incluyendo orar, donar dinero a la Iglesia o leer las escrituras – pueden asegurarle al pecador una *indulgencia* que elimine las consecuencias del pecado. (Por ejemplo el castigo que de otra manera hubiera tenido que enfrentar).

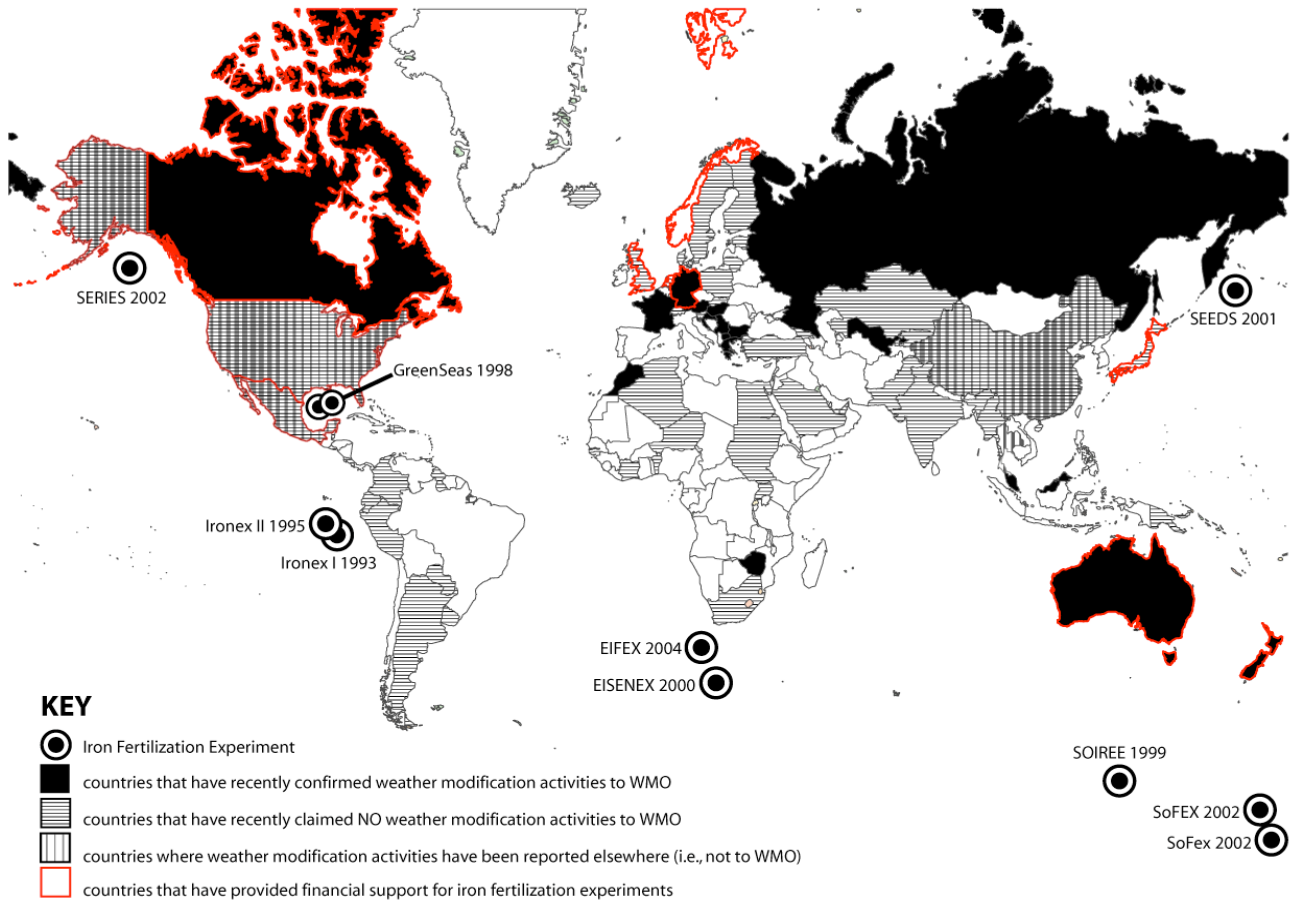
El mercado de carbono, incluyendo los “intercambios voluntarios”, donde no hay requisitos regulatorios para reducir las emisiones, ofrece a los negocios y personas que incurrir en el pecado de emitir gases invernadero una alternativa similar a las indulgencias. Las buenas obras en el negocio de las emisiones se reducen a expedir cheques a las empresas que, en su infinita sabiduría, han sido agraciadas con el poder de “neutralizar” el pecado de las emisiones. Planktos, con sede en Forest City, California, por ejemplo, afirma que puede neutralizar las emisiones ocasionadas por un vuelo doméstico o un vuelo internacional por 5 o 20 dólares respectivamente. Si su alma está atribulada por sus emisiones personales de gases invernadero, solo déle a Planktos 50 dólares y ellos arreglarán con que la Madre Naturaleza lo solucione. Si usted ya lleva una vida ambiental muy piadosa, puede pagarle a Planktos para que sea intercesor por sus amigos y familia. Por una cuota, Planktos “neutralizará” las emisiones de carbono de sus seres queridos. (Ver “Eco-Restoration Store” en <http://www.planktos.com/content/view/90/67/lang,en/>)

Planktos es una de varias compañías que trabajan en la fertilización del océano con hierro, pero aún no existe consenso científico de que ésta sea una solución de largo plazo para la liberación de CO₂, es decir, que sea inocua para el ambiente o que la cantidad de carbono capturado permanentemente pueda medirse con exactitud. Sin embargo, los detalles de cada uno de los proyectos de Planktos para neutralizar el CO₂ son “cuidadosamente registrados en su contabilidad” de modo que los números podrán auditarse algún día (¿Será San Pedro el auditor?)⁸⁰ La Iglesia insiste en que nunca podrá perdonar un pecado (sólo Dios tiene ese poder), pero puede posponer o evitar el castigo mediante indulgencias. Las compañías que trafican con la especulación de la captura de carbono podrían estar en la posición opuesta: aseguran tener el poder para perdonar las emisiones, pero si las temperaturas continúan subiendo, el castigo para todos será el infierno en la Tierra tanto para piadosos como para contaminadores, y podrá en evidencia lo tonto que es rezarle (pagarle) a los dioses de la supuesta neutralización de carbono.

Patentes relacionadas con la fertilización del océano para capturar CO₂

Patente o núm. solicitud	Inventor/beneficiario	Título	Fecha de publicación
US6056919	Michael Markels	Método para capturar dióxido de carbono	2 de mayo 2002
US6200530	Michael Markels	Captura de dióxido de carbono en mar abierto para contrarrestar el calentamiento global	13 de marzo 2001
US6440367	Michael Markels / GreenSea Venture, Inc.	Método para secuestrar dióxido de carbono con un fertilizante que incluye sulfato ferroso	27 de agosto 2002
US5965117	DuPont	Materiales particulados para flotación en agua conteniendo micronutrientes para fitoplancton	12 de octubre, 1999
US5992089	Ian Jones, William Rodgers, Michael Gunaratnam, Helen Young, Elizabeth Woollahra (Australia)	Procedimiento para capturar en el océano el gas invernadero de dióxido de carbono al proveer al océano con gases o sales de amoníaco	30 de noviembre, 1999
US20030012691A1 (solicitud)	Michael Markels	Método para secuestrar dióxido de carbono con un fertilizante de sulfato ferroso	16 de enero, 2003
WO0065902A1	Michael Markels	Captura de dióxido de carbono en espacios abiertos para contrarrestar el calentamiento global	9 de noviembre, 2000

Surf, Turf and Stratosphere: Global Weather Modification Activities and Sites of Iron Fertilization Experiments



Countries that have recently confirmed weather modification activities to WMO:
Australia, Austria, Bulgaria, Canada, Croatia, France, Germany, Greece, Hungary, Malaysia, Macedonia (Republic of), Morocco, Russian Federation, Serbia And Montenegro, Uzbekistan, Zimbabwe

Countries that have recently claimed NO weather modification activities to WMO:
Algeria, Argentina, Bahrain, Barbados, Belize, Benin, (République du), Brunei Darussalam, Colombia, Costa Rica, Cote d'Ivoire, Cyprus, Denmark, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, Estonia, Finland, Gambia, Georgia, Guyana, China, Iceland, India, Japan, Kazakhstan, (Republic of), Kyrgyz Republic, Liban, Lithuania, Maldives, Malta, Mauritius, Mexico, Myanmar, The Netherlands, New Zealand, Niger, Papua New Guinea, Pakistan, Paraguay, Peru, Poland, Qatar, Republica Dominica, El Salvador, Saudi Arabia, Singapore, Slovakia, Slovenia, South Africa, St Lucia, Sudan, Sweden, Switzerland, Trinidad and Tobago, Turkey, Uganda (Republic of), United Kingdom, Uruguay, USA

Countries where weather modification activities have been reported elsewhere (i.e., not to WMO):
China, Mexico, Thailand, United Arab Emirates, USA

Countries that have provided financial support for iron fertilization experiments:
Australia, Canada, Germany, Japan, Mexico, Netherlands, New Zealand, United Kingdom, USA

This map includes colors which may not be visible when printed.

Fuente: Grupo ETC

**Mapa:
Actividades de modificación climática global y lugares donde se experimenta la fertilización con hierro**

- ✂ Los círculos indican experimentos de fertilización con hierro y sus nombres, mencionados en el documento

- ✂ El color oscuro, países que reportaron recientemente a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) actividades de modificación climática: Australia, Austria, Bulgaria, Canadá, Croacia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Malasia, Macedonia, Marruecos, Federación Rusa, Serbia y Montenegro, Uzbekistán y Zimbabwe

- ✂ Las rayas horizontales, países que aseguran a la OMM no realizar actividades de modificación climática: Argelia, Argentina, Bahrein, Barbados, Belice, Benin, Brunei, Colombia, Costa Rica, Costa de Marfil, Chipre, Dinamarca, República Dominicana, Ecuador, Egipto, Estonia, Finlandia, Gambia, Georgia, Guyana, China, Islandia, India, Japón, Kazajstán, República de Kirguiz, Líbano, Lituania, Maldivas, Malta, Mauricio México, Myanmar, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nigeria, Papua Nueva Guinea, Pakistán, Paraguay, Perú, Polonia, Qatar, El Salvador, Arabia Saudita, Singapur, Eslovaquia, Eslovenia, Sudáfrica, Santa Lucía, Suecia, Suiza, Trinidad y Tobago, Turquía, Uganda, Reino Unido, Uruguay, Estados Unidos.

- ✂ Las rayas verticales, países que han reportado actividades de modificación climática pero no a la OMM: China, México, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos

- ✂ El color claro son países que han financiado experimentos de fertilización con hierro: Australia, Canadá, Alemania, Japón, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Reino Unido, Estados Unidos

Temporada de huracanes – Próximos arreglos técnicos

Modificaciones en el Mar de los Sargazos:

La ingeniería de huracanes no es tan ciencia ficción como quisiéramos. Muchos de los huracanes más devastadores se originan en el hemisferio occidental, a mitad del Atlántico (donde se sitúa el Mar de los Sargazos). Ocurren cuando las temperaturas suben, y los vientos calmos (doldrums), quedan encajonados en un corredor ovalado, por el flujo de corrientes tropicales del oeste y por las corrientes frescas del Ártico que vienen del este. Aunque el Mar de los Sargazos es conocido porque su superficie está profusamente cubierta por vegetación, los biólogos siempre lo han considerado relativamente estéril.

En 2004, con fondos del Departamento de Energía de Estados Unidos, Craig Venter, – quien encabezó el negocio del mapeo del genoma humano – condujo su yate de 90 pies, el *Sorcerer II*, hacia el Mar de los Sargazos en busca de microbios marinos que tuvieran novedosos genes para mejorar la fotosíntesis. Meses después, Venter dijo en una conferencia de prensa en Washington que había encontrado 1 800 nuevas especies microbianas y al menos 1.2 millones de genes no conocidos, entre ellos genes que podrían tener un impacto importante en el cambio climático.⁸¹ Venter está comprometido a crear nuevas formas de vida con el financiamiento del Departamento de Energía: construcciones sintéticas basadas en microorganismos simples, diseñadas para limpiar la contaminación, el CO₂ u otros gases invernadero.

Dada la dudosa experiencia con la fertilización con hierro, podría ser tentador para gobiernos desesperados intentar algo alternativo: la liberación de un organismo vivo, totalmente hecho por el hombre, diseñado para la captura de carbono.

Hay otras tendencias, posiblemente relacionadas. En 2005, se presentó en el Congreso de Estados Unidos una “Iniciativa de modificación climática” (la S517) que establecería un comité para supervisar un

programa nacional de investigación sobre modificación climática.⁸² Se esperaba que la iniciativa, del senador republicano Kay Bailey Hutchinson, (Originario de Texas, como George W. Bush), se transformara en ley antes de la temporada de huracanes de 2006, pero nunca salió del comité.⁸³ Inesperadamente, la iniciativa encontró oposición del consejero científico de la Casa Blanca, quien se preocupó de que cualquier tecnología introducida para modificar el clima en Estados Unidos, modificaría inevitablemente el clima de todo el mundo.⁸⁴

En abril de 2006, la Fundación Nacional para Ciencia de Estados Unidos celebró el tercer taller de la Fuerza de Tarea en Ciencia y Diseño de Huracanes, en Pensacola, Florida. Entre las opciones a considerar según el presidente de la mesa, el Profesor Kelvin Droegemeier, meteorólogo de la universidad de Oklahoma, está la creación de una película biológica sobre la superficie del océano para desviar los huracanes.⁸⁵ Algunos investigadores han perdido el entusiasmo por la idea de cubrir la superficie del océano con una capa aceitosa (para reducir la evaporación y mitigar los huracanes) porque la cobertura se rompe con vientos fuertes.⁸⁶ Ross Hoffman, del Atmospheric and Environmental Research (Massachusetts, Estados Unidos) usa modelos en computadora para estudiar la forma de inducir cambios menores en las condiciones climáticas (como la temperatura del aire y la humedad) para debilitar o desviar huracanes lejos de los centros de población. Según Hoffman, quien recibió fondos del Institute for Advanced Concepts, “la meta no es cambiar el clima sino tener un control preciso del tiempo y los patrones de los sistemas climáticos.”⁸⁷ Hoffman especula que las estaciones de poder solar que circulan en la órbita terrestre podrían proveer energía suficiente para calentar el aire alrededor de un huracán y ajustar la temperatura. Hoffman escribe que el control global “podría lograrse dentro de algunas décadas” pero que se requieren mayores innovaciones en nanotecnología, artefactos cuánticos y otras áreas.⁸⁸

Al final de 2006, cuando la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático se reunió en Nairobi, Associated Press (AP) reportó que la geoingeniería recibió una cantidad sorprendente de atención. Lo que más sorprendió a los delegados de los gobiernos y observadores de organizaciones civiles fue que todos tomaban en serio la propuesta de Crutzen de nublar artificialmente la estratosfera o contaminar deliberadamente la atmósfera. El Protocolo de Kyoto, según el sentir del grupo, estaba en su lecho de muerte y la geoingeniería parecía más razonable día con día. Incluso mientras la reunión seguía su curso en Nairobi, AP informó que en la costa oeste de Estados Unidos, la NASA se reunió a puertas cerradas para revisar varias posibilidades de geoingeniería, incluyendo la creación artificial de nubosidad global.⁸⁹ ¿Será coincidencia que a mitad de 2005 la NASA, sin consultar a ninguno de sus empleados, borrara la frase “para entender y proteger nuestra morada, nuestro planeta” de la descripción de su misión?⁹⁰

¿A quién le tocan los riesgos? Las dimensiones políticas y éticas de la modificación climática son enormes. En una entrevista en 2005 para *The Boston Globe*, el director del laboratorio de oceanografía geoquímica de Harvard, Daniel Schrag, cuestionó: “supongamos que podemos controlar los huracanes, pero que para detener uno necesitamos un día increíblemente caliente en África, y se quemarían todos los cultivos...”⁹¹ Scrag continúa: “digamos que hay un espejo en el espacio. Pensemos hace dos años, cuando teníamos en América este verano tan frío y Europa atravesaba una terrible oleada de calor. ¿Quién tiene el derecho de ajustar el espejo?”⁹²

¿Noche blanca? En septiembre de 2001, funcionarios del Climate Change Technology Program (Programa de tecnología de cambio climático) de la Presidencia de EEUU, invitaron a dos docenas de científicos a participar en una reunión titulada “Opciones de respuesta ante cambios climáticos repentinos o severos” A pesar del rechazo de Bush al Protocolo de Kyoto seis meses antes, la

Casa Blanca revisaba en silencio posibles opciones. Entre los invitados había físicos del Lawrence Livermore National Laboratory (el *alma mater* de Edward Teller’s, donde desarrolló la bomba de hidrógeno y lanzó su propuesta de geoingeniería en 1997). El interés por la geoingeniería era muy intenso. Uno de los organizadores de la reunión de la Casa Blanca fue el Dr. Michael MacCracken, un antiguo jefe científico en el Global Change Research Program (Programa de investigación sobre cambio global). “Ya estamos cambiando el clima inconcientemente”, dijo MacCracken a un periodista de ciencia, “entonces ¿porqué no intentamos con toda conciencia contrarrestar el cambio?”⁹³

Este tipo de razonamiento no indica mucha valentía. Después de la Segunda Guerra Mundial, la Oficina de Investigación Naval y la institución Scripps de Oceanografía realizaron estudios que condujeron a las pruebas de la bomba atómica en el Pacífico, bomba que describían como “una herramienta oceanográfica maravillosa.”⁹⁴ El director del programa oceanográfico de Scripps en aquel tiempo era el Dr. Roger Revelle, quien se quejó de que “ignorancia y sentimentalismo” dominaron el discurso sobre la eliminación de desechos radioactivos en el mar. El barco de Scripps que se utilizó en alguno de los experimentos de fertilización con hierro fue *The Revelle*.

La cuestión de fondo es: ¿alguien piensa que la actual administración de Estados Unidos (o las de China o Rusia) tendrían alguna consideración en usar geoingeniería en la estratosfera o en el océano con tal de salvar sus industrias petroleras o sus ciudades costeras?

“Todas las estrategias de geoingeniería propuestas para solucionar el problema climático que representa el CO₂ tienen fallas muy serias. Sin embargo, considero que en este siglo veremos serios debates y tal vez la puesta en marcha de geoingeniería a nivel planetario.” – David W. Keith, departamento de ingeniería química y departamento de economía de la Universidad de Calgary.⁹⁵

Recomendaciones

El Grupo ETC piensa que la geoingeniería es la respuesta equivocada al cambio climático. Cualquier experimentación que altere la estructura de los océanos o la estratosfera no debe proceder sin un debate público profundo e informado sobre sus posibles consecuencias y sin autorización de las Naciones Unidas. Ninguna nación debe emprender unilateralmente la geoingeniería. Las Naciones Unidas deben reafirmar (y si es necesario expandir) la Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental (ENMOD), reconociendo que cualquier

modificación unilateral de la temperatura o del clima es una amenaza a los países vecinos, y muy posiblemente, a toda la comunidad internacional. El Panel Internacional sobre Cambio Climático debe revisar el concepto y la práctica del comercio de carbono y reemplazar su mal llamada "solución" basada en el mercado, con criterios medibles de reducción de emisiones de CO2 en el lugar donde se producen. Los países de la OCDE deben hacer esfuerzos serios para reducir su consumo de combustibles fósiles y frenar otras prácticas contaminantes que contribuyen al calentamiento global.

Tabla 2: fuentes de financiamiento de experimentos de fertilización con hierro desde 1993

País	Institución o empresa	IRONEX1 1993	IRONEX2 1995	SOIREE 1999	EISENEX 2000	SEEDS 2001	SERIES 2002	SOFex 2002	EIFEX 2004	SEEDS II 2004	GreenSeas 1998	GreenSeas 1998	Planktos Pilot Projects 2007
Australia	BHP Billiton Group [Carbon Steel/Petrol./Alum./Energy Coal/Diamonds], CSIRO												
Canadá	Nat'l Sci. & Engineering Research Council (NSERC)												
Canadá	Canadian Foundation for Climate & Atmospheric Sciences (CFCAS)												
Canadá	Fisheries & Oceans Canada; Panel for Energy Research & Dev. (PERD)												
Canadá	Natural Sci. & Engin. Research Council; Canadian-Surface Ocean Lower Atmosphere Study (NSERC C-SOLAS)												
Alemania	Ministry of Research & Technology (BMFT)												
Unión E./D	BMFT & European Union												
Unión Europ.	Carbondioxide Uptake by the Southern Ocean (CARUSO)												
Japón	Central Research Inst of Electric Power Industry (CRIEPI)												
Japón	Fisheries Agency												
Japón	Global Environmental Research Fund, Ministry of Environment												
México	CICESE-Centro de Investigación Científica y Edu. Superior de												

País	Institución o empresa	IRONEX1 1993	IRONEX2 1995	SOIREE 1999	EISENEX 2000	SEEDS 2001	SERIES 2002	SOFex 2002	EIFEX 2004	SEEDS II 2004	GreenSeas 1998	GreenSeas 1998	Planktos Pilot Projects 2007
	Ensenada		■										
Holanda	Gov.of the Netherlands				■								
Nueva Zelanda	Public Good Service Fund (PGSF) for Antarctic Research			■			■						
Reino Unido	Natural Environment Research Council (NERC)		■	■									
Reino Unido	European Chemical Industry Council (CEFIC)			■									
EEUU	Univ.-Nat'l Oceanographic Lab. System (UNOLS) [62 academic institutions]												
EEUU	Nat'l. Science Foundation (NSF)	■	■	■	■			■					
EEUU	Cent. for Env. Bioinorganic Chemistry CEBIC), Princeton			■									
EEUU	Office of Naval Research (ONR)	■	■		■								
EEUU	Dept. of Energy (DOE)							■					
EEUU	Monterey Bay Aquarium Research Inst. (MBARI)		■										
EEUU	Nat'l. Science Foundation	■											
EEUU	Ocean Farming Inc. (OFI)/ GreenSea Venture Inc.										■	■	
EEUU	Planktos Inc.												■

NOTAS:

¹ David Adam, "US Government answer to global warming: Smoke and giant mirrors," en *The Guardian*, 27 de enero, 2007.

² Rutenberg, Jim, "Solution to Greenhouse Gases is New Nuclear Plants, Bush Says," en *New York Times*, 25 de mayo, 2006. <http://www.nytimes.com/2006/05/25/washington/25bush.html>

³ Peter Gwynne, "The Cooling World," en *Newsweek*, 28 de abril, 1975.

⁴ Según el Departamento de Estado de Estados Unidos (en su sitio web, 28 de noviembre de Estados Unidos y la Unión Soviética sometieron textos similares ante la ONU en 1975, y el tratado entró en vigor el 18 de mayo de 1978. El Tratado, con un lenguaje muy estricto, prohíbe la modificación ambiental con fines militares u hostiles, pero no limita modificaciones fuera de estos términos. A la fecha, 51 países han ratificado el Tratado incluyendo casi todos los países de la OCDE y gobiernos del Sur, excepto Sudáfrica y México.

⁵ David W. Keith, de próxima aparición en "Climate Change Science and Policy," Steven Schneider y Mike Mastrandrea editores, será publicado por Island Press.

⁶ Traducción de la definición adaptada de David W. Keith, de próxima aparición en "Climate Change Science and Policy," Steven Schneider y Mike Mastrandrea editores, será publicado por Island Press.

⁷ Spiegel.com, "Potentially Worst Nuclear Plant Incident since Chernobyl Ignored By American Media," 4 de agosto de 2006.

⁸ Ver <http://www.wslfweb.org/docs/stratcomtalk.htm>

⁹ Bennett, Drake. "Don't like the weather? Change it - The weird science of weather modification makes a comeback," en *Boston Globe*, 3 de julio de 2005.

¹⁰ *Ibid.*

-
- ¹¹ Ravilious, Kate, "Kicking up a storm with the cloud seeders," en *New Scientist*, 16 de abril de 2005, pp. 40-43.
- ¹² *Ibid.*
- ¹³ *Ibid.*
- ¹⁴ *Ibid.* Este artículo incluye también a Emiratos Árabes Unidos, Australia, Israel, Rusia, Sudáfrica e India en la lista de países que hacen modificación climática.
- ¹⁵ Pendick, Daniel. "Cloud Dancers: Will Efforts To Change The Weather Ever Attain Scientific Legitimacy?" en *Scientific American*, 2000, pp 64-69.
- ¹⁶ Col. Tamzy J. House *et al.*, *Weather as a Force Multiplier: Owning the Weather in 2025*, agosto de 1996, pp. 7-8.
- ¹⁷ Ravilious, Kate, *Op Cit.*
- ¹⁸ BBC News, <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/asia-pacific/2940430.stm>
- ¹⁹ McNeill, J. R. *Something New Under The Sun: An Environmental History Of The Twentieth-Century World*. New York: Norton & Co., 2000, p. 357.
- ²⁰ David Adam, "US Government answer to global warming: Smoke and giant mirrors," en *The Guardian*, 27 de enero de 2007.
- ²¹ *Ibid.*
- ²² Prestowitz, Clyde, *Three Billion New Capitalists: The Great Shift Of Wealth And Power To The East*. New York: Basic Books. 2005, p. 259.
- ²³ Glenn, Jerome C. y Theodore J. Gordon, *2005 State of the Future*, Washington DC: American Council for the United Nations University, 2005, p 36.
- ²⁴ *Ibid.*
- ²⁵ *Ibid.*
- ²⁶ *Ibid.*
- ²⁷ Teller, Edward, L. Wood, y R. Hyde, *Global Warming and Ice Ages: Prospects for Physics-Based Modulation of Global Change*, prepared for submittal to the 22nd International Seminar on Planetary Emergencies, Erice (Sicily), Italy, August 20-23, 1997.
- ²⁸ Paul J. Crutzen, "Geology of mankind," en *Nature*, 415, 23 (3 de enero de 2002).
- ²⁹ Según el sitio web de Planktos, Inc.: "...usamos este material en forma nano particulada, de modo que las partículas son tan pequeñas que la tasa de hundimiento se mide en semanas y meses en vez de medirla en minutos. Nuestro material es el mismo hierro natural que las plantas del océano reciben de las tormentas de polvo, solo que en partículas mucho más pequeñas. Una de las ventajas de partículas tan pequeñas es que hacen permanecen largo tiempo flotando en la superficie del agua de modo que el hierro se vuelve muy bioaccesible por la lentitud de absorción."
<http://www.planktos.com/educational/thedebate.htm> (consulta hecha el 1 de febrero de 2007).
- ³⁰ Bob Henson, "Big Fixes for Climate?" en *UCAR Quarterly*, National Center for Atmospheric Research, otoño de 2006. En Internet: <http://www.ucar.edu/communications/quarterly/fall06/bigfix.jsp>
- ³¹ Behar, Michael. "How Earth-Scale Engineering Can Save the Planet." En *Popular Science*, junio de 2005. John Latham del National Center for Atmospheric Research (EEUU) está investigando la factibilidad de usar partículas de sal para blanquear las nubes y que reflejen la luz del sol. En Internet: <http://www.popsci.com/popsci/aviationspace/3afd8ca927d05010vgnvcm100004eecbccdrerd.html>
- ³² Un proyecto experimental en Weyburn, Saskatchewan (Canadá) espera capturar 22 millones de toneladas de CO₂ en los próximos 20 años. El experimento lo financia un consorcio multinacional que incluye al Departamento de Energía de EEUU. Ver también: boletín de prensa del Departamento de Energía de EEUU: "DOE Reports on Success of Regional Carbon Sequestration Partnerships: Groundwork in Place to Validate Technologies in Next Phase of Program," en *Fossil Energy Techline* (2 de mayo de 2005). http://www.fe.doe.gov/news/techlines/2005/tl_regional_partnerships_phaseI.html
- ³³ Paul J. Crutzen, Premio Nóbel, del Instituto Max-Planck, está investigando el uso de los aerosoles de sulfato. <http://pubs.acs.org/cen/news/84/i38/8438notw9.html>. Sin embargo, según el Dr. Ken Caldeira del Carnegie Institution Department of Global Ecology de la Universidad de Stanford, "Uno de los problemas de poner partículas de sulfato en la estratosfera es que podrían destruir la capa de ozono; así que tal vez se resuelva el problema el calentamiento global, pero moriremos por ello." Como lo mencionó Molly Bentley en la BBC, "Armas y paraguas para rescatar el clima" 2 de marzo de 2006.
- ³⁴ Flannery, Tim. *The Weather Makers: How Man is Changing The Climate and What It Means For Life On Earth*. New York: Atlantic Monthly Press, 2005, p. 191.
- ³⁵ *Ibid.*
- ³⁶ Reporte de la Academia Nacional de Ciencias y el National Research Council, "Research Committee on the Status of and Future Directions in U.S. Weather Modification Research and Operations," área de ciencias atmosféricas y clima, división de los estudios de la Tierra y la vida, 2003 (Division on Earth and Life Studies), 2003; en Internet: <http://www.nap.edu/catalog/10829.html>

También citado en: Bennett, Drake. "Don't like the weather? Change it -- The weird science of weather modification makes a comeback," en *Boston Globe*, 3 de julio de 2005.

³⁷ Paul J. Crutzen, "Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?" en *Climatic Change* (2006) 77: 211–219.

³⁸ Broad, William J., "How to Cool a Planet (Maybe)" en *New York Times*, 27 de junio de 2006.

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ David W. Keith, "Engineering the Planet," de próxima aparición en *Climate Change Science and Policy*, Steven Schneider y Mike Mastrandrea editores, será publicado por Island Press.

⁴² Alex Kirby, "Pollution: A life and death issue," *BBC News online*, 13 de diciembre de 2004; en Internet: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4086809.stm>

⁴³ J.H. Martin et al., "Testing the Iron Hypothesis in Ecosystems of the Equatorial Pacific Ocean," en *Nature*, Vol. 371, 8 de septiembre de 1994, pp. 123-129. Ver también:

http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/01/carbon_seq/carbon_seq01.html#Session6B

⁴⁴ J.H. Martin, et al., *Op. Cit.* p. 123.

⁴⁵ *Op. Cit.* p. 129.

⁴⁶ Michael Behrenfeld et al., "Confirmation of iron limitation of phytoplankton photosynthesis in the Equatorial Pacific Ocean," en *Nature*, Vol. 383, 10 de octubre de 1996, pp. 508-511.

⁴⁷ Kenneth Coale et al. "A Massive Phytoplankton Bloom Induced by an Ecosystem-scale Iron Fertilization Experiment in the Equatorial Pacific Ocean," en *Nature*, Vol. 383, 10 de octubre de 1996, p. 501.

⁴⁸ Philip Boyd, et al., "A Mesoscale Phytoplankton Bloom in the Polar Southern Ocean Stimulated by Iron Fertilization," en *Nature*, Vol. 407, 12 de octubre de 2000, pp. 695-702. Ver también: NIWA Science, Media Release, "Iron makes the southern ocean bloom," 12 de octubre de 2000. <http://www.niwascience.co.nz/pubs/mr/archive/2000-10-12-1>

⁴⁹ NIWA Science, Media Release, "Iron makes the southern ocean bloom," 12 de octubre de 2000.

<http://www.niwascience.co.nz/pubs/mr/archive/2000-10-12-1>

⁵⁰ Victor Smetacek, EisenEx: International Team Conducts Iron Experiment In Southern Ocean," U.S. JGOFS Newsletter, enero de 2001. En Internet: http://www1.whoi.edu/general_info/vol111.pdf

⁵¹ <http://www.maff.go.jp/mud/476.html>

⁵² http://www.nasa.gov/lb/home/hqnews/2005/feb/HQ_05042_bio_problem.html

⁵³ Associated Press, "NASA: Global warming reducing ocean's food supply," 7 de diciembre de 2006. En Internet: www.cnn.com

⁵⁴ Wikipedia, "Iron fertilization," consulta del 15 de diciembre de 2006.

⁵⁵ <http://www.mbari.org/expeditions/SOFEX2002/history&purpose.htm#Institution>

www.mbari.org/expeditions/SOFEX2002/

www.mbari.org/news/news_releases/2004/sofex.html

<http://www.sciencemag.org.proxy.lib.sfu.ca/cgi/content/full/sci:304/5669/414>

⁵⁶ Behar, Michael. "How Earth-Scale Engineering Can Save the Planet," en *Popular Science*, junio de 2005.

<http://www.popsci.com>

⁵⁷ *Ibid.*

⁵⁸ *Ibid.*

⁵⁹ Philip Boyd, et al., "The Decline and Fate of an Iron-Induced Subarctic Phytoplankton Bloom," en *Nature*, Vol. 428, 1 de abril de 2004, pp. 549-553.

⁶⁰ News Release: Alfred-Wegener-Institute, "Iron fertilisation of the ocean raises the food supply of marine animals and transports carbon dioxide to the deep ocean," Bremerhaven, 5 de abril de 2004. En Internet: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm04-1.hj/040402EIFEX-e.html>

⁶¹ Michael Markels y Richard Barber, "Sequestration of CO₂ by Ocean Fertilization," Presentación en la NETL Conference on Carbon Sequestration, May 14-17, 2001.

⁶² <http://www.greenseaventure.com/agenda.html>

⁶³ http://www.greenseaventure.com/Questions_Concerns.html

⁶⁴ On the Internet: <http://www.planktos.com/content/view/12/26/>

⁶⁵ Entrevista telefónica con William Coleman, Jefe de operaciones de Planktos, 20 de diciembre de 2006.

⁶⁶ *Ibid.*

⁶⁷ <http://www.planktos.com/educational/thedebate.htm> (consulta del 1 de febrero de 2007).

⁶⁸ Royal Society y Royal Academy of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, julio de 2004.

-
- ⁶⁹ Planktos, Inc. "Slowing the Pace of Ocean & Climate Change," información de la empresa enviada al grupo ETC por correo electrónico por Bill Coleman, Jefe de operaciones de Planktos, diciembre de 2006.
- ⁷⁰ Wendy Williams, "Iron Fertilization," en *Living on Earth* programa de radio, 2003. En Internet: http://www.loe.org/series/iron_fertilization/
- ⁷¹ <http://socialfusion.org/dec5.html>
- ⁷² Lohmann, Larry *et.al.*, Carbon Trading: A Critical Conversation on Climate Change, Privatisation and Power, *Development Dialogue*, no. 48 septiembre de 2006.
- ⁷³ De Wikipedia en inglés, "iron fertilization" consulta de 115 de diciembre de 2006.
- ⁷⁴ Paul Preuss, "Climate Change Scenarios Compel Studies of Ocean Carbon Storage," en *ScienceBeat*, Lawrence Berkeley National Laboratory, Feb. 1, 2001. <http://enews.lbl.gov/Science-Articles/Archive/sea-carb-bish.html>
- ⁷⁵ Sallie Chisholm et al., "Dis-Crediting Ocean Fertilization," *Science*, Vol. 294, 12 October 2001.
- ⁷⁶ *Ibid.*
- ⁷⁷ *Ibid.*
- ⁷⁸ Mark Lawrence, "Side Effects of Oceanic Iron Fertilization," en *Science*, 20 de septiembre de 2002: Vol. 297, no. 5589, p. 1993.
- ⁷⁹ Wendy Williams, Op. Cit. Ver también: Wendy Williams, "Cashing in on Climate Change: Unproven Carbon Sequestration Strategies Draw 'Environmental Entrepreneurs,'" en *Northern Sky News*, May 2003. En Internet: <http://www.newenergytimes.com/SR/CashIn/CashonClimateChange.html>
- ⁸⁰ Comunicación de correo electrónico con Planktos, 21 de diciembre de 2006.
- ⁸¹ Boletín de prensa del J. Craig Venter Institute, "IBEA Researchers Publish Results From Environmental Shotgun Sequencing of Sargasso Sea. Discover 1800 New Species And 1.2 Million New Genes. Including Nearly 800 New Photoreceptor Genes," 4 de marzo de 2004. En Internet: http://www.venterininstitute.org/press/news/news_2004_03_04.php
- ⁸² Iniciativa de ley S. 517: *Weather Modification Research and Technology Transfer Authorization Act of 2005*, presentada el 3 de marzo de 2005 por el Senador Kay Hutchison [R-TX]. De 109 Congreso de Estados Unidos.
- ⁸³ *Ibid.*
- ⁸⁴ Carta de John H. Marburger, Director la Oficina de Políticas en Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca al Senador Kay Bailey Hutchison, 13 de diciembre de 2005. En Internet: <http://www.legislative.noaa.gov/viewletters/marburgerweathermodviewsletter121305.pdf>
- ⁸⁵ Sowder, Amy, "Hurricane workshop to meet in Bay Area -- National Science Board to take look at recovery," en *Pensacola News Journal*, 17 de abril de 2006.
- ⁸⁶ Comunicación telefónica con Profr. Kerry Emanuel, del MIT y con el Profr. Kelvin Droegemeier, meteorólogo de la Universidad de Oklahoma, 11 de enero de 2007.
- ⁸⁷ Ross Hoffman, "Controlling the Global Weather," BAMS, American Meteorological Society, February 2002.
- ⁸⁸ *Ibid.*
- ⁸⁹ Charles J. Hanley, "Top Scientists Say Man May Need to Dirty Skies to Shield against Warming" en *Associated Press*, 16 de noviembre de 2006, distribuido por Environmental News Network.
- ⁹⁰ Andrew C. Revkin, "NASA's Goals Delete Mention of Home Planet," en *New York Times*, 22 de julio de 2006.
- ⁹¹ Bennett, Drake. "Don't like the weather? Change it – The weird science of weather modification makes a comeback," en *Boston Globe*, 3 de julio de 2005.
- ⁹² *Ibid.*
- ⁹³ Michael Behar, "How Earth-Scale Engineering Can Save the Planet," en *Popular Science*, junio de 2005. En Internet: <http://www.popsci.com>
- ⁹⁴ Helen M. Rozwadowski and David K. van Keuren, editores, *The Machine in Neptune's Garden: Historical Perspectives on Technology and the Marine Environment*, Canton, Mass.: Watson, 2004.
- ⁹⁵ David W. Keith, "Engineering the Planet," de próxima aparición en *Climate Change Science and Policy*, Steven Schneider y Mike Mastrandrea editores, será publicado por Island Press.

El Grupo ETC se dedica a la conservación y promoción de la diversidad cultural y ecológica y los derechos humanos. Con este objetivo, ETC promueve el desarrollo de tecnologías socialmente responsables que sirvan a los pobres y marginados. También trabajamos en cuestiones de gobernanza internacional y monitoreo del poder corporativo.

www.etcgroup.org