

Bióxido de carbono. El CO<sub>2</sub> en la atmósfera es un gas que causa efecto invernadero.

# EL PAPEL DE LA VEGETACIÓN EN EL CLIMA

**TODOS HEMOS OÍDO DECIR** que los bosques tropicales son muy importantes, pero ¿sabemos que se quiere decir con esta afirmación? El hecho es que los bosques juegan un papel muy relevante en controlar el clima, especialmente la temperatura y la precipitación, y lo que indica la frase es el hecho de que los bosques tropicales mantienen fresco al clima local, ayudan a mantener tasas elevadas de precipitación y proporcionan innumerables beneficios no climáticos, como la conservación del hábitat y de la biodiversidad.

Una de las mejores oportunidades a corto plazo para iniciar la mitigación del calentamiento global es la de frenar la deforestación y la degradación de los bosques en los trópicos, donde ocurre la mayor pérdida de bosques a nivel mundial. Brasil por ejemplo, ha reducido las tasas de deforestación en la región Amazónica por 70%, evitando que 3,200 millones de toneladas de bióxido de carbono lleguen a la atmósfera desde el 2005 y elevando el rango de este país en el liderazgo para solucionar el calentamiento global.

Como la influencia de los árboles sobre el clima tiene múl-

tiples y variadas vías, y como la importancia relativa de cada una de éstas depende de el sitio en donde se encuentren los árboles, hablemos primero de cómo la vegetación puede influir sobre el clima -directamente a través del carbono (CO<sub>2</sub> y los flujos de energía e indirectamente a través de varios canales- para analizar después como se combinan estos factores en diferentes lugares a lo largo y ancho del globo terráqueo.

Bióxido de carbono. El CO<sub>2</sub> en la atmósfera es un gas que causa efecto invernadero atrapando la energía infrarroja que re-emite la Tierra a partir de la que recibe del Sol -siempre más de la necesaria para crear y mantener la vida. Todas las plantas inhalan CO<sub>2</sub> al realizar la fotosíntesis con ayuda de la energía solar, lo fijan en

**POR ANTONIO  
SARMIENTO  
GALÁN**

[@antoniosarmiento](https://twitter.com/antoniosarmiento)

azúcares y finalmente en el tejido de la planta misma. Este CO<sub>2</sub> proviene del que es liberado por los suelos a través de la descomposición de la materia orgánica y las plantas lo inhalan para formar su tejido. Las dos cantidades de CO<sub>2</sub> –el que entra a la atmósfera por la respiración y el que sale de ella por la fotosíntesis– ambas, son grandes y similares en magnitud, con una ligeramente mayor cantidad de CO<sub>2</sub> dejando la atmósfera que la cantidad que entra a ella. Los cambios en este delicado balance son una de las formas en que la superficie terrestre influye sobre la temperatura global de la Tierra. El aumentar el número de árboles inclina el balance aún más hacia el almacenamiento de carbono en el suelo, al menos por un cierto lapso. Cuando el bosque madura, el crecimiento de los árboles y la descomposición vuelven al balance descrito, con sólo una cantidad ligeramente mayor de CO<sub>2</sub> abandonando la atmósfera que la que entra a ella.

El CO<sub>2</sub> se mezcla muy rápidamente en la atmósfera, de manera que después de 1 ó 2 años, cualquier liberación o captura de CO<sub>2</sub> en cualquier sitio de la Tierra, afecta las concentraciones de CO<sub>2</sub> en toda la atmósfera. Actualmente, las plantas retiran en promedio CO<sub>2</sub> de la atmósfera –ayudando a mantener fresca a la Tierra– y no es de particular importancia en donde se encuentren localizadas.

**Flujos de Energía.** La energía que la superficie terrestre recibe del Sol no es aprovechada en su totalidad y la energía sobrante es re-radiada como radiación infrarroja; el efecto invernadero por la presencia de gases en la atmósfera, impide que esta radiación escape al espacio exterior atrapando parte de misma y regresándola a la Tierra. Como resultado, tenemos que la superficie terrestre recibe tanto la energía solar directa, como la radiación de onda larga que viene de la atmósfera. La superficie de la Tierra tiene que balancear esta energía entrante aumentando la cantidad que re-radia y mediante la evaporación y la conducción de calor; mientras más caliente esté la superficie, mayor será la cantidad de energía que se radiará y se conducirá. De manera que si hay un cambio en la evaporación o en la energía entrante, el único medio que tiene la superficie para balancear los flujos, es el de cambiar su temperatura. Para ello, hay tres formas principales en

las que las plantas influyen sobre la cantidad y el tipo de energía que se intercambia entre la superficie y la atmósfera. Veamos cada una por separado. Albedo o color de la vegetación.

Las plantas tienen diversos colores, ello causa que absorban diferentes cantidades de energía solar; el término albedo se refiere a la fracción de radiación que se ve reflejada, es decir, que tan “radiante” es algo. En general, los árboles son más oscuros que los pastos y éstos, a su vez, son más oscuros que la tierra sin vegetación. Si se siembran árboles donde había pastos o suelo desnudo, la superficie absorberá mayor cantidad de la radiación solar entrante. Si todo lo demás permanece sin cambio alguno, la superficie tendría una temperatura mayor.

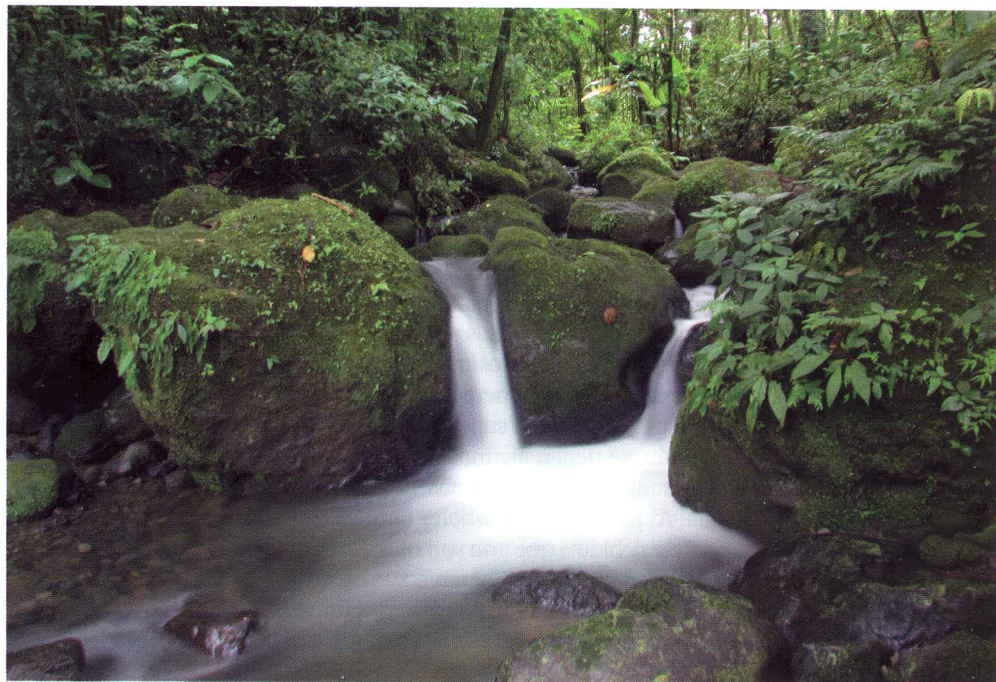
## FLUJOS DE AGUA

Las plantas liberan agua a través de sus hojas mientras realizan la fotosíntesis, un fenómeno conocido como transpiración. Y al igual que nuestra piel se enfría cuando nuestro sudor se evapora, la transpiración enfría a las hojas de las plantas. La cantidad de transpiración que realiza una planta depende de que tanta fotosíntesis realice: las plantas que foto-sintetizan mucho, bombean mucha agua y con ella, mucha energía. Si se reemplazan plantas poco productivas o suelo sin vegetación con plantas fuertemente productivas, y todo lo demás permanece sin cambio alguno, la superficie tendrá una temperatura inferior.

## LA ASPEREZA DEL SUELO

Los árboles y las plantas afectan la aspereza de la superficie que detecta el viento. Mientras mayor sea la aspereza, mayor será el frenado de las corrientes eólicas y por ello, los árboles en particular, pueden afectar los vientos cercanos a la superficie, efecto que a su vez conduce a pequeñas diferencias en la estabilidad local que pueden tener impactos variables –aunque pequeños– en los flujos de agua y energía que provienen de la superficie terrestre.

Las plantas liberan agua a través de sus hojas mientras realizan la fotosíntesis, un fenómeno conocido como transpiración.



## INFLUENCIAS INDIRECTAS. LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA.

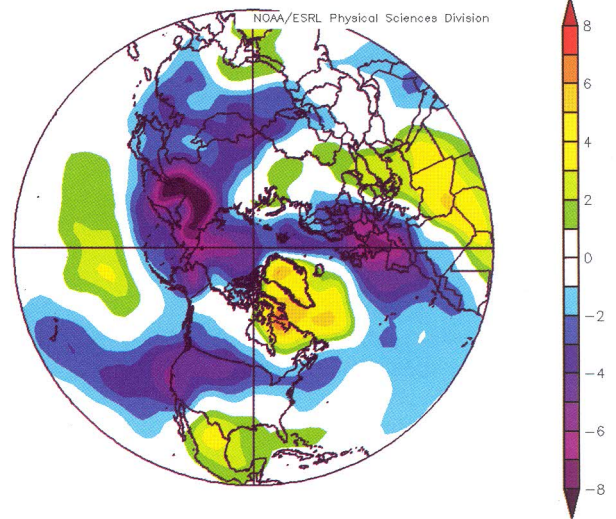
Mientras los cambios en la temperatura que son causados por las variaciones en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, ocurren igualmente en todo el globo terráqueo, la situación es muy distinta en los cambios impulsados por variaciones en el albedo o en los flujos de agua. Estos últimos son efectos locales, concentrados en las cercanías del lugar donde la variación en la cobertura vegetal ocurre. Sin embargo, si plantamos muchos árboles en una misma área, y ello crea una región más caliente o más fría, la atmósfera puede responder cambiando su circulación, con la posibilidad de causar efectos climáticos adicionales en lugares muy alejados de donde se sembraron los árboles; ello puede ocurrir incluso a escala global. Cambios importantes en la cobertura vegetal en Eurasia pueden causar un desbalance energético entre los hemisferios norte y sur y desplazar completamente la circulación global de la atmósfera, incluyendo la localización de la lluvia en los trópicos. Los cambios en los sitios donde llueve en los trópicos impactarían a las plantas y la forma en la que éstas controlan el balance energético local.

## COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EMITIDOS POR LAS PLANTAS.

Las plantas también pueden influir sobre el clima al alterar las reacciones químicas en la atmósfera mediante la emisión de compuestos volátiles como precursores de ozono y aerosoles en la tropósfera. Aunque el descubrimiento de este fenómeno es relativamente reciente y aún constituye un tópico de estudio y discusión científicos, la magnitud del efecto se ha logrado establecer en las vecindades de las plantas que queman metano (gas natural) para generar electricidad debido a la gran cantidad de óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O) que éstas emiten a la atmósfera, y que a su vez, produce grandes cantidades de ozono troposférico al reaccionar con los compuestos orgánicos volátiles presentes en la atmósfera y provenientes de la vegetación en su entorno, especialmente abundantes en zonas agrícolas.

## ¿CÓMO SE COMBINAN E INTERACCIONAN TODOS ESTOS FACTORES A DIFERENTES LATITUDES?

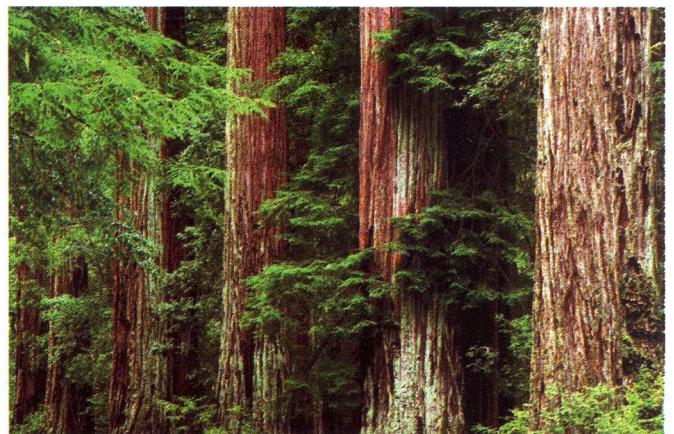
A grandes latitudes, los árboles son oscuros y por lo tanto, absorben mucha radiación solar, especialmente durante la época de nieve cuando resultan mucho más oscuros que el brillante suelo nevado. Adicionalmente, la mayoría de los árboles a grandes latitudes no son foto-sintetizadores rápidos -la vida no es fácil a dichas latitudes- de manera que las pérdidas de agua y los flujos energéticos asociados con la fotosíntesis, no son muy relevantes. Integrando estos factores, tenemos que los bosques en el Ártico ayudan a mantener tibia la superficie terrestre. Como variante a esta situación, se tienen algunos árboles caducifolios que crecen a grandes latitudes, no son tan oscuros y tienen mayores flujos de agua. Al parecer, estos árboles también mantienen tibia a la superficie debido a que aún son más oscuros que el suelo nevado y a que el vapor que liberan actúa como gas de efecto invernadero. Los arbustos también reducen el impacto de la nieve sobre el albedo debido a que se encuentran a mayores altitudes que la nieve.




Los cambios en la temperatura que son causados por las variaciones en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

En los trópicos, los árboles foto-sintetizan a tasas muy elevadas (las condiciones para el crecimiento son inmejorables) y liberan grandes cantidades de agua con grandes pérdidas de energía asociadas. Además, los árboles tropicales no son mucho más oscuros que los pastos que los substituyen después de la deforestación. Todo junto, implica que los árboles en los trópicos mantienen a la superficie fresca y húmeda.

A latitudes medias, los efectos de albedo y flujo de agua, se encuentran en franca competencia; los bosques son más oscuros y tienen mayores pérdidas de agua que los pastos que probablemente los reemplazarían. Es por ello que es más difícil saber que ocurrirá en promedio si se decidiese plantar grandes áreas con nuevos árboles de los originarios en dichas latitudes medias. EL resultado neto depende de que tanto cambia exactamente cada factor, al igual que de la cantidad de humedad en el suelo.





En la escala temporal que va de 20 a 40 años, no hay duda alguna sobre el hecho de que plantar árboles transferirá carbono de la atmósfera.

**MANTENER SANOS A LOS BOSQUES TROPICALES PROPORCIONA MUCHOS GRANDES BENEFICIOS Y, ADEMÁS, AYUDA A FRENAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL.**

### **MORALEJA**

¿Debemos entonces tratar de frenar el calentamiento global antropogénico mediante la forestación? En la escala temporal que va de 20 a 40 años, no hay duda alguna sobre el hecho de que plantar árboles transferirá carbono de la atmósfera a los árboles disminuyendo el crecimiento del CO<sub>2</sub> en la atmósfera y consecuentemente, frenando el calentamiento global; en una escala secular, se puede decir que no podemos fincar nuestra salida del calentamiento mediante la forestación. Sabemos, sin embargo, que los bosques tropicales mantienen al carbono fuera de la atmósfera, mantienen fresca a la superficie terrestre y juegan un papel crítico en proveer hábitat, preservar la biodiversidad y muchos otros beneficios para ayudar a mantener el sistema en equilibrio. Todos estos beneficios son extremadamente importantes y es obvio que necesitamos luchar para defender y mantener a los bosques tropicales tan intactos como sea posible.

Mantener sanos a los bosques tropicales proporciona muchos grandes beneficios y además, ayuda a frenar el calentamiento global, pero probablemente no deberíamos esperar que plantar árboles a otras latitudes sea una buena arma para combatir el calentamiento global a largo plazo. Puede que no sean la salvación de todo el planeta, pero deberíamos hacer todo lo posible para mantener intactos a los bosque tropicales. **N**