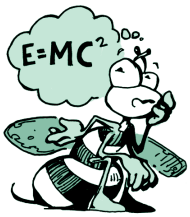
¡Es un gas!

El intercambio de gases entre la Tierra y la atmósfera

Conoce al Dr. Keller (el del sombrero):

Me gusta ser científico porque me brinda la oportunidad de satisfacer mi curiosidad acerca de cómo funcionan los sistemas naturales del planeta. Gran parte de mi trabajo la realizo en el campo, otra parte del tiempo la paso en mi oficina y otra parte en el laboratorio. Trabajo con mucha independencia. ¡Me encanta aprender cosas nuevas!

Dr. Keller



Pensando en la ciencia

La química es la ciencia que estudia los 'bloques' de los cuales está hecha toda materia. Los átomos son los 'bloques' más básicos o simples. Las moléculas son combinaciones de dos o más átomos del mismo elemento químico. Toda la materia está hecha de más de 100 elementos. El nitrógeno, el hidrógeno, el oxígeno y el carbono son ejemplos de elementos. Los compuestos están hechos de dos o más elementos. Para entenderlo más fácilmente, piensa en el abecedario. Los átomos son como las letras. Puede haber áto-

Glosario:

- *gaseoso:* En forma de gas
- *efecto del invernadero:* El calentamiento de la superficie de la Tierra que ocurre cuando el calor del sol es atrapado por la atmósfera.
- *clima:* El promedio de las condiciones atmosféricas en una región.
- *bacterias:* Organismos vivos que tienen una sola célula y sólo pueden observarse usando un microscopio.
- *especialización:* Estudio especial sobre algún tema, o trabajo sobre un solo tema o en un solo lugar.
- *compactar:* Apretar, comprimir.
- *poroso:* Cubierto de poros o pequeños huecos por donde pueden pasar el agua, el aire, etc.
- *muestra:* Parte o pedazo que hace ver que todo el grupo se le parezca.
- *anaerobio:* Que existe en la ausencia de oxígeno.

mos "A", átomos "B" y átomos "C", por ejemplo. Los elementos son como una sola letra, como A, I, o T. Las moléculas son como cadenas de una misma letra (o elemento), tal como BBB o MMMM. Los compuestos son como palabras, hechos de diferentes letras (o elementos). Cuando los elementos se combinan entre sí formando compuestos, sus estructuras cambian. Los elementos pueden formar un número ilimitado de compuestos, así como las letras pueden formar un número ilimitado de palabras. Estos compuestos pueden ser sólidos, líquidos o *gaseosos*. Algunos científicos estudian la estructura y el comportamiento de los compuestos gaseosos. En este estudio, los científicos querían estudiar los compuestos gaseosos que llegan a la atmósfera como gases que provocan el efecto del invernadero.

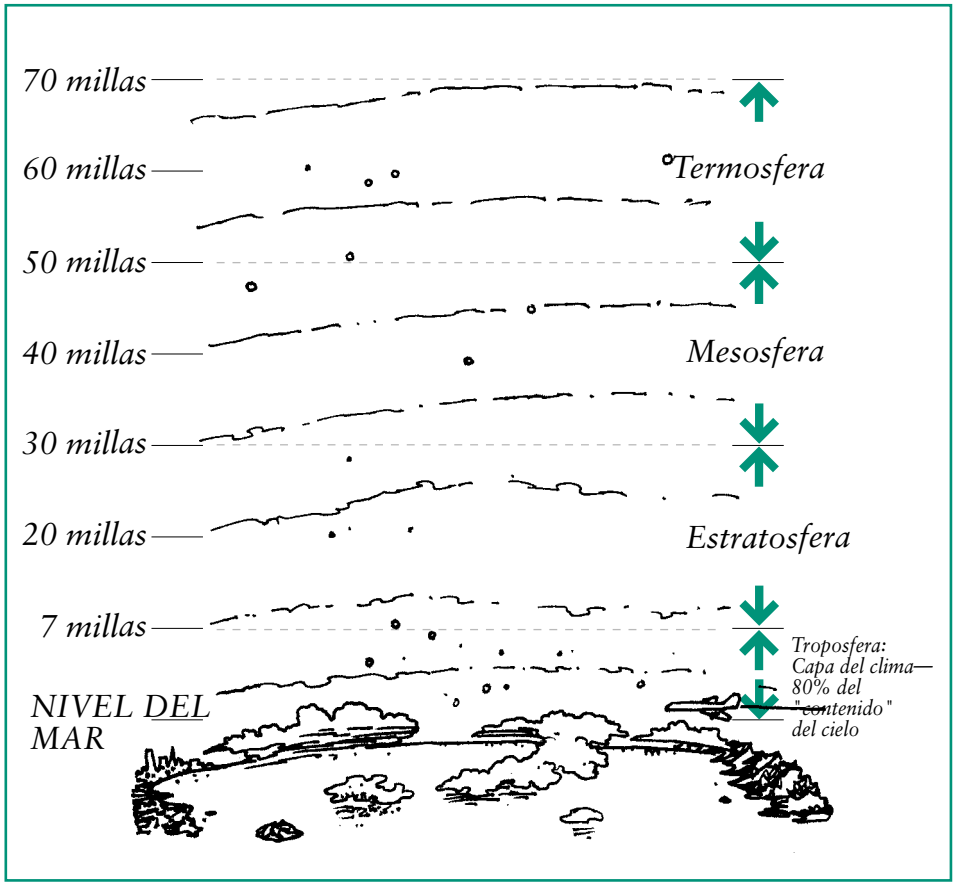


Figura 1. La atmósfera de la Tierra. La troposfera es la sección de la atmósfera que va desde el nivel del mar hasta 7 millas por encima de éste. La mayoría de las nubes están dentro de la troposfera. Cuando viajas en avión, vuelas dentro de la parte media y superior de la troposfera.

Pensando en el medio ambiente

El *efecto del invernadero* es causado por ciertos gases que actúan como el vidrio (o cristal) en un invernadero, reflejando el calor de la atmósfera de vuelta a la Tierra (ver figura 1). La cantidad de calor atrapado en la atmósfera puede variar dependiendo del tipo gas y del tiempo que permanece en la atmósfera. Los principales gases que provocan el efecto del invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los cloroflurocarbonos (también llamados CFCs). La presencia de cierto nivel de estos gases en la atmósfera es necesaria para mantener un *clima* adecuado y para asegurar la vida en la Tierra. Si tuviéramos una cantidad muy baja de gases de invernadero, el clima de la Tierra sería demasiado frío. De haber un nivel alto de estos gases tendríamos un clima demasiado caliente. Actividades humanas, tales como la emisión de combustible fósil (como el petróleo), pueden crear un aumento en el nivel de los gases que provocan el efecto del invernadero. Los científicos de este estudio observaron los gases de invernadero desde otra perspectiva. Examinaron la manera en que las actividades humanas han permitido que las *bacterias* del suelo aumenten la cantidad de óxido nitroso en la atmósfera.

Introducción

A veces los bosques tropicales son talados para que los humanos usen la madera y otros productos derivados de los árboles. Las áreas taladas luego se convierten en pastizales que sirven para alimentar al ganado, y el ganado luego se utiliza para el consumo humano. Cuando el bosque se convierte en pastizal, las condiciones del suelo cambian, volviéndose más *compacto* y menos *poroso*. (¿Se te ocurre la razón por la cual esto ocurre? Piensa en el tamaño y el peso del ganado). Investigaciones anteriores indican que el suelo de

Pensando en la ecología

A menudo, los científicos estudian un objeto o un evento en particular. Mientras que esta *especialización* sirve a los científicos para entender muy bien un determinado objeto o evento, no siempre les ayuda a entender cómo se relaciona el objeto o evento con otras cosas u otros eventos. Los ecólogos son científicos que estudian la manera en que los organismos vivientes se relacionan entre sí y con las cosas inertes. En este estudio, los ecólogos estaban estudiando el ciclo del nitrógeno (ver figura 2). El ciclo del nitrógeno explica la relación entre el elemento nitrógeno con otros elementos, con las plantas, los animales y las bacterias. Las bacterias son importantes en este ciclo porque transforman el nitrógeno de la atmósfera en compuestos que las plantas pueden usar, como por ejemplo nitratos y amoniaco. Estos compuestos son usados por las plantas para hacer otros compuestos tales como las proteínas. Los animales que comen plantas usan las proteínas de las plantas. Las bacterias que viven en el suelo convierten los desechos de las plantas y animales en compuestos de nitrógeno otra vez. El nitrógeno es emitido de nuevo a la atmósfera, y el ciclo vuelve a comenzar. Éste es un ejemplo de cómo la vida depende de las relaciones entre los organismos vivos y la materia inerte. ¿Qué más ejemplos indican que tu vida depende de los organismos vivos y la materia inerte?

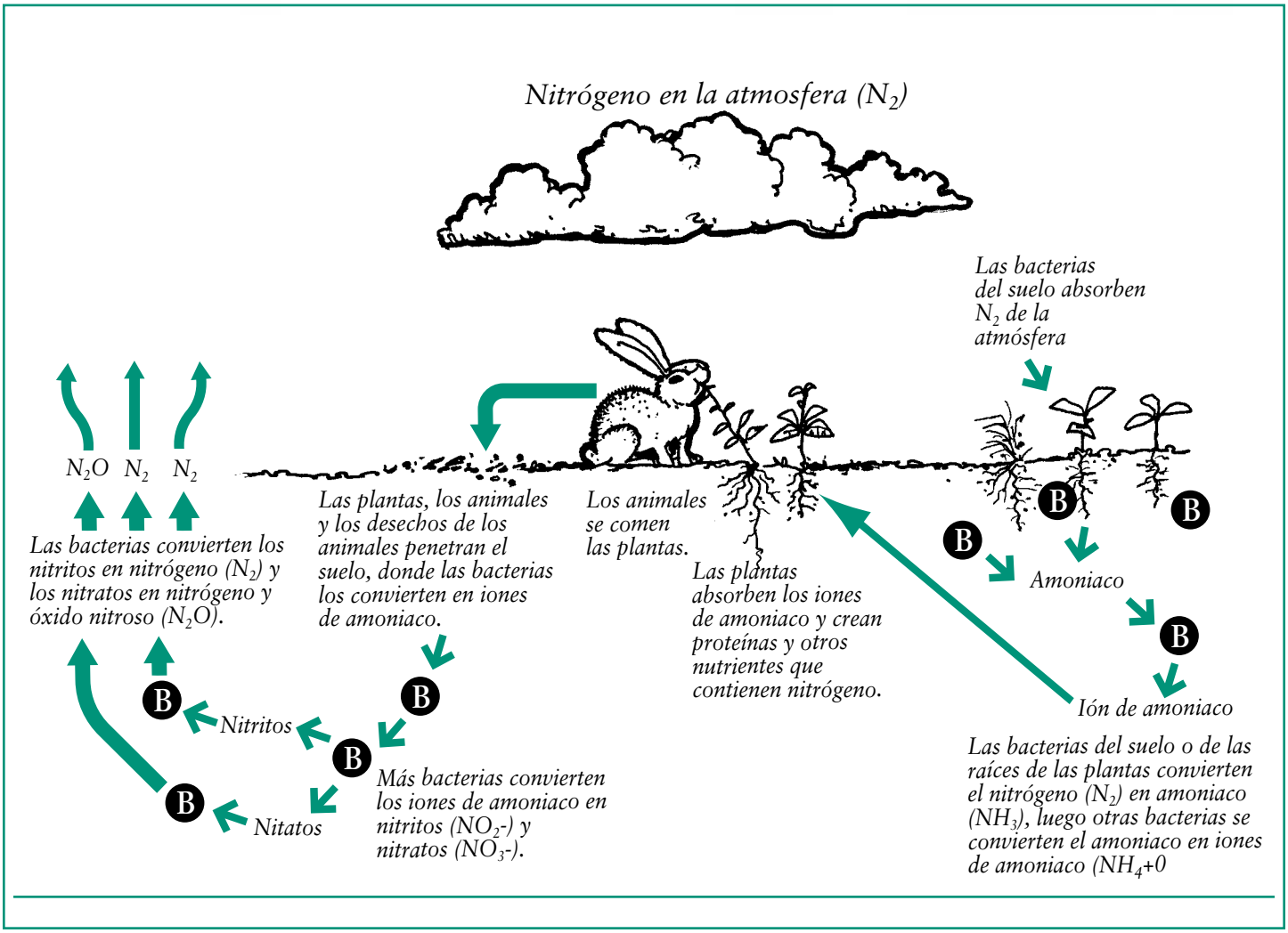


Figura 2. El ciclo del nitrógeno.

los pastizales son abandonados después de un tiempo. Ésto sucede con frecuencia porque el terreno deja de producir suficiente pasto para sostener al ganado. Cuando los pastizales son abandonados, el bosque comienza a crecer nuevamente por sí mismo. Nadie sabía si el terreno de estos bosques jóvenes emitiría menor o mayor cantidad de estos gases que provocan el efecto del invernadero cuando el bosque creciera nuevamente. Ésa es la pregunta que los investigadores querían responder.

Sección de reflexión

- ¿ Cuál es la pregunta que los investigadores querían responder? ¿Cuál es el problema más grave que este estudio podría ayudar a resolver?

- ¿Crees que los investigadores tuvieron que visitar y estudiar los bosques tropicales jóvenes, o que pudieron hacer toda su investigación en el laboratorio? ¿Por qué o por qué no?

Método

Los científicos seleccionaron cuatro tipos de áreas de estudio. Estudiaron bosques tropicales viejos, bosques tropicales jóvenes, pastizales recién abandonados y pastizales que estaban siendo usados para la ganadería (ver figuras 3, 4 y 5). Seleccionaron tres lugares en cada área de estudio como ejemplos. (¿Cuántos lugares estudiaron en total? Multiplica las cuatro áreas por los tres ejemplos de cada uno). Luego, escogieron ocho sitios en cada área y midieron la cantidad de óxido de nitrógeno (N^2O) del suelo.

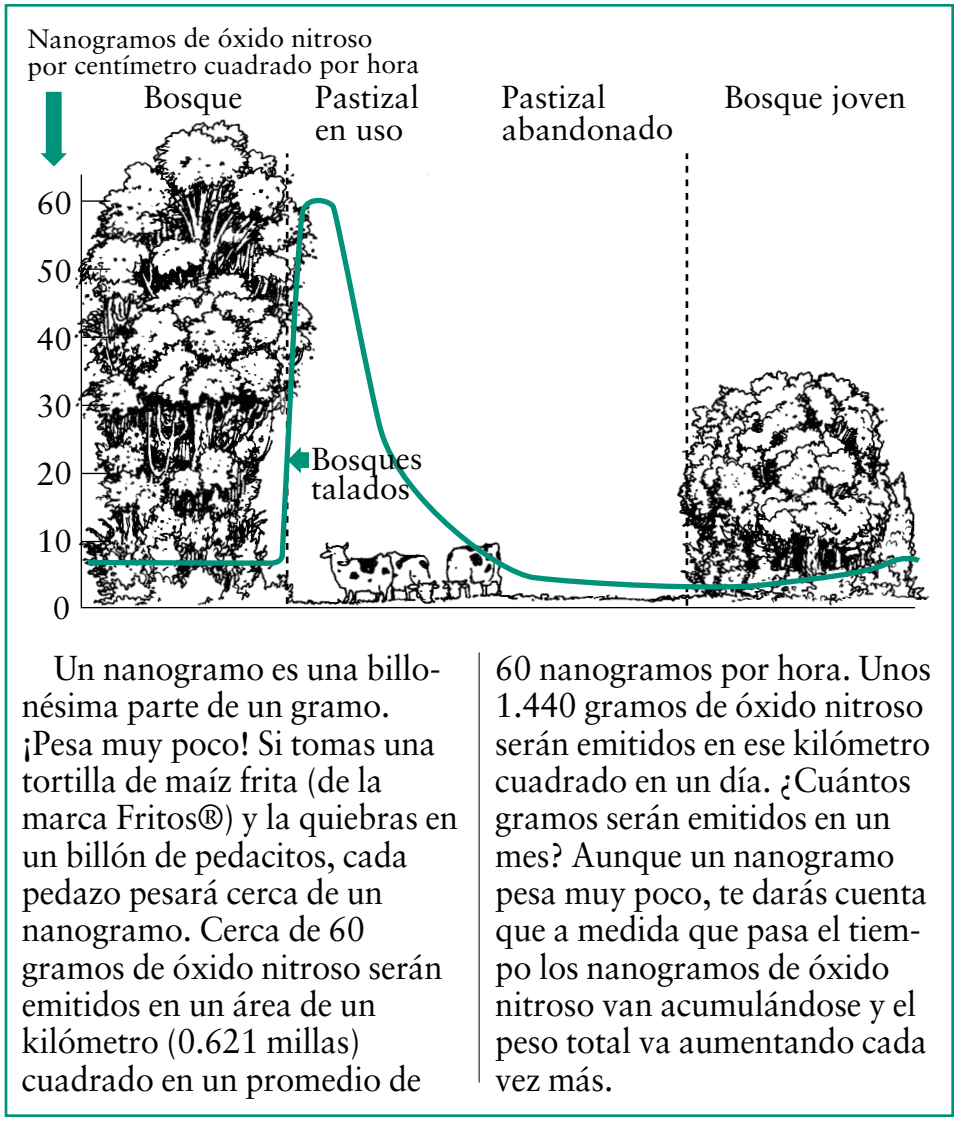
Figuras 3, 4 y 5. Bosque tropical viejo, pastizal en uso y un bosque tropical joven.

(¿Cuántos lugares midieron en total? Multiplica 12 por 8). En cada sitio y durante 12 meses, los científicos midieron la cantidad de óxido nitroso en el nivel superior del suelo. (¿Cuántas mediciones tomaron en total? Multiplica 12 X 8 X 12. ¿Cuántas mediciones tomaron en cada área? Divide el total de mediciones entre la cantidad de lugares). Los científicos recogieron *muestras* de los gases del terreno colocando un instrumento a 2 cms. de profundidad en el mismo (ver figura 6). (Para saber cuántas pulgadas es ésto, multiplica 2 por 0.393). Llevaron las muestras de gases de vuelta al laboratorio y midieron la cantidad de óxido nitroso en las muestras recogidas del nivel superior del terreno.

Sección de reflexión

- ¿Por qué crees los científicos estudiaron los cuatro áreas en lugar de estudiar solamente los bosques tropicales jóvenes?

Figura 6. Fotografía del equipo usado para recolectar óxido nitroso.



Un nanogramo es una billonésima parte de un gramo. ¡Pesa muy poco! Si tomas una tortilla de maíz frita (de la marca Fritos®) y la quiebras en un billón de pedacitos, cada pedazo pesará cerca de un nanogramo. Cerca de 60 gramos de óxido nitroso serán emitidos en un área de un kilómetro (0.621 millas) cuadrado en un promedio de 60 nanogramos por hora. Unos 1.440 gramos de óxido nitroso serán emitidos en ese kilómetro cuadrado en un día. ¿Cuántos gramos serán emitidos en un mes? Aunque un nanogramo pesa muy poco, te darás cuenta que a medida que pasa el tiempo los nanogramos de óxido nitroso van acumulándose y el peso total va aumentando cada vez más.

Figura 7. La cantidad de óxido nitroso encontrado en la capa superior de la tierra en el período de una hora en cuatro tipos de terreno en el trópico.

- ¿Crees que los científicos descubrieron menos, más, o la misma cantidad de óxido nitroso en el suelo de los bosques tropicales jóvenes que en el terreno de un pastizal usado por el ganado? ¿Por qué?

Resultados

Los investigadores descubrieron que la cantidad de óxido nitroso cerca de la superficie del terreno era diferente en las cuatro áreas (ver figura 7). La cantidad de óxido nitroso es baja en los bosques tropicales viejos. Cuando los bosques son talados y convertidos en pastizales, la cantidad de óxido nitroso aumenta. Cuando los pastizales son abandonados y los bosques jóvenes comienzan a crecer, la cantidad de óxido nitroso baja incluso a niveles más bajos que los niveles de los bosques viejos. Los científicos creen que el agua es la clave para entender este fenómeno. El terreno de los pastizales es menos capaz de absorber y filtrar el agua debido a que el ganado lo compacta. Esta condición facilita la activi-

dad *anaeróbica* de las bacterias en los desechos vegetales y animales cerca de la superficie del terreno. Ésto produce cantidades mayores de óxido nitroso, el cual es entonces emitido a la atmósfera.

Sección de reflexión

- Hay dos cosas que suceden en los pastizales que pueden estar aumentando la cantidad de óxido nitroso emitida a la atmósfera. ¿Cuáles son esas 2 cosas?

- Los científicos midieron la cantidad de óxido nitroso a dos centímetros debajo de la superficie del terreno. ¿Crees que la misma cantidad de óxido nitroso estaba siendo emitido a la atmósfera? ¿Por qué o por qué no?

Implicaciones

Los científicos descubrieron que el óxido nitroso es emitido a la atmósfera como parte del ciclo del nitrógeno. Sin embargo, no saben lo que causa que la bacteria convierta algunos iones de amonio en óxido nitroso y otros en nitrógeno. El nitrógeno es un gas necesario en la atmósfera, pero el óxido nitroso es un gas de invernadero que en grandes cantidades puede ser dañino. Todavía hay mucho por aprender acerca de los suelos tropicales y los gases que provocan el efecto del invernadero. Esta investigación muestra que los humanos producimos impactos en la Tierra que no siempre son fáciles de observar. Al tomar decisiones para manejar el terreno de diferentes maneras, afectamos lo que sucede ahora y lo que sucederá en el futuro.

Sección de reflexión

- ¿Sabes algo más acerca del efecto del invernadero?

- ¿Crees que, no importa dónde se encuentren, los pastizales hacen que se emita más óxido nitroso que los bosques? ¿Por qué o por qué no?

Actividad de descubrimiento

En esta actividad, contestarás a la pregunta: ¿Cuáles son las semejanzas entre un tarro con tierra y la atmósfera de la Tierra? El método que vamos a utilizar para contestar a la pregunta es este: Toma dos termómetros, un tarro de vidrio transparente grande con tapa (¡manéjalo con cuidado!), y una taza de tierra de color oscuro. Coloca la tierra en el tarro de vidrio a una profundidad de 4 centímetros (cerca de dos pulgadas). Coloca un termómetro boca abajo dentro del tarro y cierra el tarro con la tapa. Voltea el tarro de manera que la tierra quede en la tapa y el termómetro quede al derecho. Coloca el tarro a la luz del sol o bajo la luz de una bombilla durante una hora. Coloca el segundo termómetro cerca del tarro.

Después de la hora, toma la temperatura por fuera del tarro usando el segundo termómetro. Toma la temperatura del aire dentro del tarro de vidrio. Compara las dos temperaturas. Después considera las siguientes preguntas:

- ¿Qué parte de la Tierra representa el aire por fuera del tarro de vidrio?
- ¿Qué parte de la Tierra representa el tarro?
- ¿Qué parte de la Tierra representa la tierra de color oscuro dentro del tarro de vidrio?

Notarás que la luz calienta la tierra que está dentro del tarro. Luego la tierra irradia el calor de vuelta al aire que está atrapado dentro del tarro. ¡Has creado el efecto invernadero! Ahora intenta contestar la pregunta formulada al comienzo de esta actividad.

Esta Actividad es una adaptación de Rodríguez, N., Kampen, A. y Dufresne, M. (2000). *It's your planet: A study of global warming. An interdisciplinary curriculum designed for middle school students and their exploration of global warming.* Para obtener más información y más actividades, visita la página de Internet: http://www.classtech2000.com/archno2/SessionB/Jesuit/gwarming.htm

Tomado de: Keller, M. y Reiners, W.A. (1994). Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide, nitric oxide, and methane under secondary succession of pasture to forest in the Atlantic lowlands of Costa Rica *Global biogeochemical cycles*, 8(4): 399-409.