



# Cómo los mercados de carbono subestiman sistemáticamente los beneficios climáticos de los bosques tropicales

Nick Nugent y Frances Seymour

---

*Considerando del rol crítico de los bosques tropicales en la estabilización del sistema climático global a través de procesos relacionados y no relacionados con el carbono, mantener y aumentar los incentivos para la conservación forestal a gran escala es un componente esencial de la acción climática. La demanda de créditos de carbono, uno de los mecanismos más prometedores para financiar la conservación forestal a gran escala, ha crecido rápidamente en los últimos años, y el mercado voluntario de carbono ha visto transacciones de casi 2 mil millones de USD en 2021. Sin embargo, en 2022, el volumen de transacciones se **estabilizó**, al menos en parte debido a las **preocupaciones sobre el riesgo reputacional** de los compradores corporativos que temen acusaciones por lavado verde.*

Incluso en medio de este punto de inflexión del mercado, los créditos de carbono de bosques tropicales han sido populares entre los compradores porque proporcionan una amplia gama de cobeneficios relacionados con la conservación de la biodiversidad, la regulación del agua, medios de vida locales, entre otros. En diciembre de 2022, **Guyana anunció la venta** de créditos de carbono forestal a un comprador corporativo en los Estados Unidos por un mínimo de 750 millones de USD, la transacción más grande de la historia.

A pesar de su creciente popularidad (o tal vez como resultado de ella), los créditos de carbono de bosques tropicales siguen siendo el **objetivo de escrutinio** debido a las preocupaciones sobre si los proveedores pueden **cuantificar con precisión** su impacto en la reducción de las emisiones de carbono, especialmente a escala de proyectos individuales y en el caso de países con **grandes bosques y baja deforestación (High Forest Low Deforestation, HFLD)** como Guyana.

Sin embargo, los sistemas de créditos de carbono actualmente no tienen en cuenta los efectos climáticos biofísicos de los bosques tropicales, lo que un conjunto creciente de investigaciones sugiere que tienen un impacto significativo en la estabilidad climática global. Como resultado, estos sistemas de créditos de carbono de hecho subestiman sistemáticamente los beneficios climáticos de conservar grandes áreas de bosques tropicales.

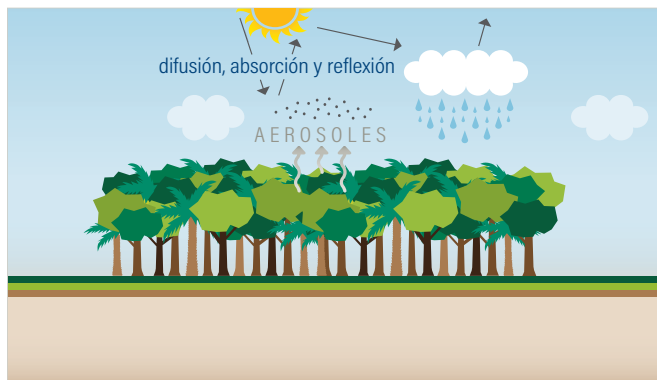
# NO SOLO CARBONO: LOS EFECTOS BIOFÍSICOS DE LOS BOSQUES EN EL CLIMA

El informe del WRI *No solo carbono: captar todos los beneficios de los bosques para la estabilización del clima desde la escala local a la global*, resume el creciente cuerpo de trabajo que revela que los bosques interactúan con la atmósfera de diversas maneras además de a través del ciclo de carbono global. Además de afectar el clima global mediante el intercambio de carbono con la atmósfera, los bosques ejercen una influencia en las temperaturas y los patrones de precipitaciones globales y locales a través de cuatro procesos biofísicos principales no relacionados con el carbono:

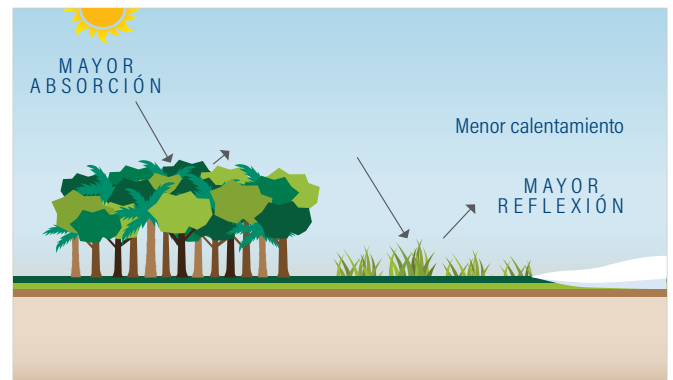
- El albedo, o qué cantidad de la energía del sol se refleja al espacio desde una superficie en particular, afecta a cuánta energía solar es absorbida. Las superficies de color claro devuelven gran parte de la energía solar a la atmósfera y pueden tener un efecto de enfriamiento (albedo alto). Las superficies oscuras absorben los rayos del sol y se pueden calentar (bajo albedo). La cobertura arbórea verde oscura usualmente absorbe más energía que la cobertura nevada, los cultivos o el suelo desnudo, calentando el aire a medida que las hojas liberan ese calor, como el calor que irradia una carretera asfaltada.
- La evapotranspiración, o el rol que desempeñan los árboles en la liberación de humedad al aire, genera un efecto de enfriamiento. Esto ocurre cuando el agua se evapora de la superficie de las hojas, así como cuando el agua que las raíces toman de la tierra es liberada a través de pequeños poros en las hojas. Estos procesos funcionan como un aire acondicionado natural, al enfriar la superficie de la Tierra y el aire cercano a la superficie.
- La rugosidad de la superficie, o la irregularidad de un dosel boscoso, afecta a la velocidad y la turbulencia del viento. Esta turbulencia ayuda a elevar el calor y la humedad lejos de la superficie de la Tierra, generando un efecto de enfriamiento.
- Los aerosoles, como el polen, son diminutas partículas liberadas por los bosques, como puede ser el polen. Los árboles también liberan compuestos químicos, como aquellos que les dan a los árboles de Navidad su aroma distintivo. Estas partículas y compuestos interactúan con la atmósfera de maneras complejas, cambiando las concentraciones de ozono y nitratos y alterando el color de las nubes.

Figura 1 | Cuatro efectos de los bosques sobre el clima no relacionados con el carbono

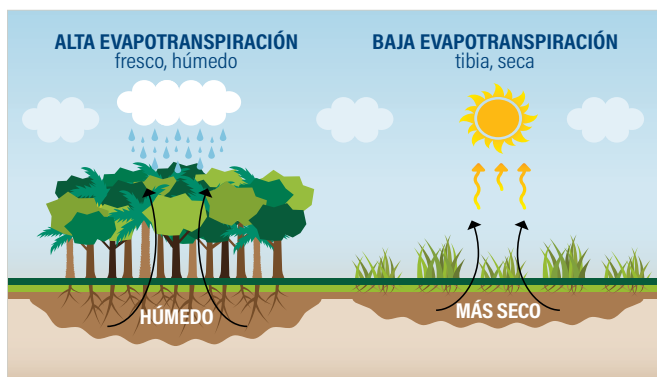
## AEROSOLES



## ALBEDO



## EVAPOTRANSPIRACIÓN



## RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE



Fuente: Adaptado de Wolosin y Harris 2018.

Juntos, estos flujos de energía, humedad, partículas y compuestos pueden interactuar para generar la cubierta de nubes, lo que a su vez aumenta el albedo, ocasionando que una mayor parte de la energía solar se refleje hacia el espacio, con un efecto de enfriamiento.

La deforestación perturba estos procesos biofísicos del bosque, y los efectos de la perturbación inciden a escala global, regional y local.

**A escala global, la deforestación tropical contribuye un 50 por ciento más al calentamiento global que lo que sugiere el simple recuento del carbono.** Los efectos globales netos del enfriamiento o el calentamiento que generan los bosques dependen de su latitud. Los bosques tropicales tienen un impacto desproporcionado en el enfriamiento global cuando se tienen en cuenta los efectos biofísicos, lo que quiere decir que la pérdida de los bosques tropicales significa una contribución desproporcionada al calentamiento global.

**A escala regional, la deforestación puede disminuir las precipitaciones aguas abajo, lo que tiene implicaciones para la caída de lluvias aun a través de las fronteras nacionales.** Los bosques tropicales actúan como “cuencas de precipitaciones” que pueden cruzar fronteras y regular las precipitaciones a escala tanto local como regional. Por ejemplo, la deforestación en la Amazonia brasileña impacta a las precipitaciones en Bolivia, Uruguay, Paraguay y Argentina. Esta perturbación en los patrones de precipitaciones puede aumentar el riesgo de sequía en maneras que amenazan la seguridad alimentaria y del agua.

**A escala local, la deforestación puede ocasionar un aumento significativo en las temperaturas promedio y extremas.** Por ejemplo, mientras que el efecto promedio del calentamiento global puede ser de solo 1° C hasta ahora, la parte más caliente del día podría ser 7,6 °C más cálida en las comunidades locales que han perdido el efecto de enfriamiento que generan los bosques. Este aumento local de temperatura debido a la deforestación agrava los efectos locales del calentamiento global debido al efecto invernadero, lo que magnifica el estrés por calor en los seres humanos, los cultivos agrícolas y el ganado.

## ¿CUÁLES SON LOS RIESGOS PARA LA INTEGRIDAD AMBIENTAL DE LOS CRÉDITOS DE CARBONO DE BOSQUES TROPICALES?

Para demostrar integridad ambiental, en otras palabras, que representan un beneficio climático genuino, los créditos de carbono de todo tipo deben cumplir con los estándares que abordan los riesgos. Algunos de los principales riesgos para la integridad del crédito de carbono incluyen:

- **Sin adicionalidad:** Las reducciones y eliminaciones de emisiones representadas por créditos de carbono no representan una acción de mitigación adicional si hubieran ocurrido de todos modos ante la ausencia de una intervención de proyecto o programa. Las pruebas de adicionalidad incluyen la divergencia de una trayectoria de emisiones por desarrollo normal de la actividad y/o evidencia de que la intervención fue incentivada por la perspectiva de ingresos de crédito de carbono.
- **Incertidumbre:** Todos los datos y métodos de estimación tienen al menos cierta incertidumbre. La certeza de que cada crédito emitido representa una reducción o eliminación de emisiones reales (en lugar de una sobreestimación debido a la incertidumbre) depende de la precisión de los datos y métodos utilizados para estimar las emisiones y eliminaciones.
- **No permanencia:** Si las reducciones y eliminaciones de emisiones tienen el potencial de liberarse posteriormente en la atmósfera (una “inversión”), este riesgo debe evaluarse, monitorearse y gestionarse durante un período de tiempo establecido.
- **Fuga:** Una acción tomada para generar una reducción o eliminación de emisiones no puede simplemente desplazar las actividades que generan emisiones a otros lugares donde no son contabilizadas.

La confianza del mercado en que estos riesgos se están gestionando es necesaria para que los créditos de carbono forestal se consideren fungibles (de impacto climático equivalente) con otros tipos de créditos, especialmente aquellos basados en reducciones de emisiones de combustibles fósiles. Si bien los créditos de carbono de todos los tipos están sujetos a estos riesgos, los créditos de carbono forestal han sido señalados, en algunos casos de forma injusta, y se perciben como especialmente riesgosos.

Por ejemplo, los impulsores del cambio en el uso de la tierra son complejos y dinámicos, pueden depender del clima, los precios de los productos básicos de consumo y los ciclos políticos, entre otros factores, por lo que atribuir reducciones de emisiones a una intervención específica es difícil. Además, factores como estos pueden aumentar el riesgo de inversiones, como cuando el tiempo seco deja los bosques vulnerables a los incendios forestales, lo que afecta la permanencia de los créditos de carbono. Debido a la variabilidad de los sistemas naturales, es difícil lograr altos niveles de certeza en la estimación de reducciones y eliminaciones de emisiones en áreas grandes.

Sin embargo, acreditar las emisiones y reducciones con base en bosques extensos, a escala de países enteros o grandes estados y provincias, lo que se denomina acreditación a escala jurisdiccional, reduce automáticamente algunos riesgos para la integridad ambiental. Por ejemplo, cuanto mayor sea el área de acreditación, menor será la variabilidad interanual de las tasas de deforestación utilizadas para establecer los niveles de emisión de referencia y, por lo tanto, la adicionalidad; menor será el riesgo de un solo evento que resulte en una inversión significativa; y menor será el riesgo de fuga. En parte debido a estos motivos, una coalición de líderes en la política ambiental, de conservación y organizaciones indígenas, recientemente solicitaron [una rápida transición](#) en la demanda hacia créditos forestales a escala jurisdiccional.

## ¿CÓMO ABORDAN ESTOS RIESGOS LOS MÉTODOS ACTUALES DE CRÉDITOS DE CARBONO?

Muchos estándares de créditos de carbono utilizan una combinación de umbrales y deducciones para abordar los riesgos analizados anteriormente para garantizar que los créditos sean adecuadamente conservadores; en otras palabras, es probable que subestimen en lugar de sobreestimar los beneficios climáticos atmosféricos de los créditos.

Por ejemplo, los cálculos de estimaciones de reducciones de emisiones deben cumplir con un cierto umbral de certeza estadística para ser elegibles para la acreditación y/o se debe tener en cuenta una deducción para el riesgo de incertidumbre, mientras que la cantidad total de créditos emitidos se reduce por un factor que refleja una estimación del riesgo de fuga. El riesgo de no permanencia generalmente se gestiona a través de requisitos que los proveedores de crédito apartan un cierto porcentaje de créditos en “fondos de reserva” que luego están disponibles como una forma de seguro para compensar las inversiones.

Si se establecen demasiado altos, los umbrales y las pruebas de adicionalidad pueden terminar excluyendo categorías completas de reducciones de emisiones del mercado de carbono. Por ejemplo, algunas pruebas de adicionalidad excluirían créditos de jurisdicciones de HFLD, que a menudo cubren grandes áreas de territorios indígenas, al rechazar [enfoques de acreditación](#) que proporcionan alternativas a las líneas de base históricas para abordar amenazas emergentes. Las deducciones excesivas por incertidumbre, fugas y depósitos al fondo de reserva pueden disminuir los incentivos hasta el punto de que ya no valga la pena que los proveedores inviertan en generar reducciones y eliminaciones de emisiones.

Si bien es importante garantizar que los créditos sean lo suficientemente conservadores como para que los beneficios climáticos no se sobreestimen, los estándares conservadores para los créditos que se centran en los riesgos a la baja pueden ser especialmente punitivos para los créditos generados por la conservación de los bosques tropicales. Por ejemplo, la incertidumbre de las mediciones de los flujos de carbono es inherentemente mayor para la acreditación de grandes áreas de bosques debido a la variabilidad de los sistemas naturales en todo el paisaje, un atributo por el cual de otro modo los valoramos. Además, estos enfoques ignoran por completo el contrapeso de los beneficios climáticos no relacionados con el carbono de proteger los bosques tropicales.

## ¿QUÉ SUCEDE CUANDO LOS MERCADOS DE CARBONO IGNORAN LOS EFECTOS NO RELACIONADOS CON EL CARBONO DE LOS BOSQUES TROPICALES?

Actualmente, los mercados de carbono comercializan unidades de reducciones y eliminaciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con gases que no son CO<sub>2</sub>, como el metano, convertidos en equivalentes de CO<sub>2</sub>. Si bien [algunos científicos](#) solicitaron la inclusión de los efectos albedo sin GEI en el diseño de esquemas de créditos de carbono forestal hace más de una década, los programas de acreditación aún no tienen en cuenta estos y otros efectos biofísicos de los bosques.

Como resultado, sus deducciones por los riesgos de integridad ambiental en la conservación de los niveles de acreditación se agravan por su falta de asignar valores a los efectos adicionales significativos de los bosques tropicales en el clima a través de rutas no relacionadas con el carbono. Estas omisiones se desarrollan de al menos dos maneras:

**Ignorar los efectos biofísicos de los bosques tropicales en el enfriamiento global subestima su potencial de mitigación y exacerba las desigualdades**

[Los estudios estiman](#) que el potencial de mitigación rentable de reducir la deforestación tropical es de aproximadamente 2,8 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> por año de 2030 a 2050. Si esto se amplifica con la bonificación de enfriamiento global adicional del 50 por ciento de los bosques tropicales a través de rutas biofísicas, significa que la conservación de los bosques tropicales podría proporcionar de hecho entre 1,4 y 1,8 gigatoneladas

adicionales de mitigación anual de CO<sub>2</sub>equivalente, aproximadamente comparables con todas las emisiones antropogénicas de Japón en 2019. Y en la medida en que la restauración forestal en los trópicos [restaure al menos una parte de estos beneficios](#), el potencial de mitigación del sector es aún mayor.

Por el contrario, el hecho de no incorporar los efectos biofísicos de los bosques en los esquemas de créditos de carbono *sobrestima* sistemáticamente el valor de los créditos generados por el mantenimiento y la expansión de la cobertura arbórea en latitudes más altas, donde los efectos del calentamiento por albedo son considerables.

Como resultado, la omisión de estos efectos no relacionados con el carbono da como resultado créditos de carbono excesivamente conservadores en países con bosques tropicales, y créditos de carbono excesivamente generosos en países más ricos, lo que exacerba las desigualdades más amplias.

Las deficiencias de los esquemas de incentivos centrados en los GEI son especialmente relevantes para los [pueblos indígenas y las comunidades locales](#) en los trópicos, quienes administran la mayor parte del carbono forestal restante del mundo en sus territorios. La subvaloración de estos bosques los pone en mayor riesgo de deforestación al limitar los fondos disponibles, amenazando el clima global y aumentando los impactos locales negativos de la deforestación en las mismas comunidades que tienen el mejor historial de prevención de la deforestación. Estos impactos negativos incluyen temperaturas locales promedio y extremas más altas, lo que aumenta el [riesgo de estrés por calor](#) para las comunidades adyacentes a los bosques y sus sistemas agrícolas.

Excluir los bosques tropicales del acceso a las finanzas del mercado de carbono debido a la falta de valor de sus beneficios climáticos no relacionados con el carbono sería inconsistente con una transición justa.

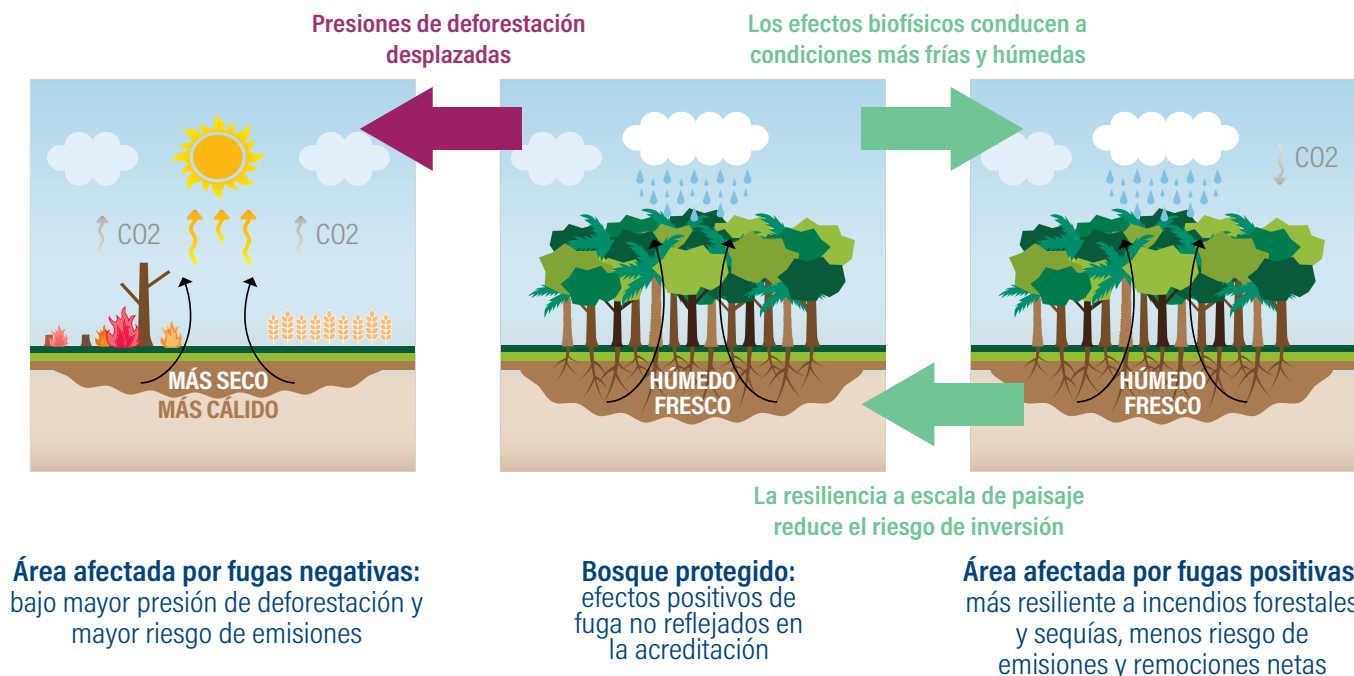
## Los mercados de carbono ignoran las “fugas positivas” de resiliencia a escala de paisaje de los bosques

Como se describió anteriormente, la fuga se refiere al riesgo de que las intervenciones para reducir las emisiones en una ubicación simplemente desplacen las actividades que causan emisiones a otra ubicación. Por ejemplo, hacer cumplir la ley contra la tala ilegal de bosques en un área podría simplemente desplazar la actividad de deforestación a un área adyacente sin protección, aumentando así el riesgo de deforestación allí.

Sin embargo, los efectos biofísicos locales y regionales de los bosques podrían tener el efecto opuesto de “fugas biofísicas positivas”, donde proteger las áreas de los bosques tropicales beneficia a otras áreas sin protección. Debido a los efectos no relacionados con el carbono de los bosques en las precipitaciones locales y regionales y las temperaturas locales, la protección de los bosques maduros ayuda a mantener la resiliencia del paisaje más amplio al mantener entornos más húmedos y frescos que reducen el riesgo de emisiones de CO<sub>2</sub> debido a incendios forestales y sequías, y ayuda a los bosques degradados a regenerarse más rápidamente.

Por el contrario, cuando dichos bosques se queman, talan o degradan, los riesgos para los bosques adyacentes y a favor del viento, aumentan debido a las condiciones más cálidas y secas creadas directamente por la pérdida de servicios forestales locales y que se espera que se exacerben por el calentamiento global, lo que significa que los beneficios climáticos de conservar estos bosques, y los riesgos de perderlos, se suman.

Figura 2 | Las fugas positivas pueden generar beneficios climáticos no acreditados al proteger los bosques



Fuente: autores

En el extremo, los bucles de retroalimentación de condiciones más cálidas y secas, causadas por efectos locales y globales, pueden conducir a más emisiones y más riesgo de pérdida de bosques y en última instancia superar los **puntos de inflexión catastróficos** que, si se alcanzan, harían que la regeneración forestal sea casi imposible, como lo que sucedería si el bosque tropical amazónico se convirtiera en un ecosistema de sabana.

Además, al ayudar a mantener condiciones más frescas y húmedas a una escala más amplia, proteger un área forestal también contribuye a una mayor resiliencia del ecosistema, lo que a su vez disminuye el riesgo de inversiones en esa misma área.

Por lo tanto, al ignorar el rol de las fugas biofísicas positivas en el mantenimiento de paisajes resilientes y ayudar a evitar puntos de inflexión, los créditos de carbono también subestiman el efecto de los bosques tropicales en la permanencia del crédito.

## ¿CÓMO PUEDEN LOS MERCADOS DE CARBONO VALORAR ADECUADAMENTE LOS BENEFICIOS NO RELACIONADOS CON EL CARBONO DE LOS BOSQUES TROPICALES?

1. Someter los créditos de carbono de bosques tropicales a umbrales y deducciones excesivamente altos para gestionar los riesgos de integridad ambiental sin tener en cuenta también sus beneficios de integridad ambiental podría terminar excluyéndolos de los mercados por completo. Los organismos normativos que establecen criterios para determinar la calidad de los créditos de carbono, como el **Consejo de Integridad para el Mercado Voluntario de Carbono**, deben buscar un equilibrio entre diferentes tipos de riesgos en lugar de enfocarse exclusivamente en un solo lado del libro mayor de contabilidad. En lugar de perpetuar un sesgo implícito contra las soluciones climáticas naturales, los sistemas de crédito deben buscar proactivamente formas de incluirlas.
2. Los efectos biofísicos de los bosques en la estabilización climática podrían integrarse como atributos adicionales de los créditos de carbono forestal que podrían imponer un precio premium. Varios programas de créditos de carbono a escala de proyecto ya verifican atributos adicionales de créditos, como los relacionados con los cobeneficios para la biodiversidad o las fuentes de sustento locales. A corto plazo, dichos enfoques podrían extenderse y ajustarse a la acreditación a escala jurisdiccional para reconocer al menos cualitativamente los beneficios climáticos adicionales no relacionados con el carbono de la conservación de bosques.

3. Los esquemas de crédito de carbono tropical deben considerar tener en cuenta la fuga biofísica positiva de proteger y restaurar los bosques para complementar las protecciones en torno a las fugas tradicionales (negativas). Aunque los [estudios](#) han demostrado que los efectos indirectos sociales y conductuales de los proyectos de carbono de bosques tropicales pueden conducir a una mejor gestión forestal de suelos fuera de los límites del proyecto, hacen falta estudios sobre fugas biofísicas positivas.
4. Un esfuerzo a largo plazo para cuantificar los beneficios adicionales de los bosques tropicales para el enfriamiento global podría permitirles incorporarse en los mercados como equivalentes de CO<sub>2</sub> de la misma manera que la reducción de la emisión de GEI no relacionado con el CO<sub>2</sub>, como el metano, se incorpora en los sistemas de comercio de carbono. Es probable que algunos compradores prefieran adquirir créditos adicionales equivalentes a CO<sub>2</sub> en lugar de créditos con atributos adicionales, mientras que los vendedores ciertamente agradecerían el reconocimiento del mercado del valor total de sus esfuerzos de conservación forestal.

Determinar la equivalencia de CO<sub>2</sub> de los beneficios no relacionados con el carbono de los bosques requeriría avances considerables en el análisis, el modelado y la recolección de datos más allá de lo que ahora está disponible para permitir una cuantificación precisa de los efectos biofísicos de los bosques en todas las escalas y sus contribuciones al enfriamiento global. El momento de comenzar es ahora.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer las reseñas útiles de Michael Wolosin, Mary Grady y Christina Magerkurth.



WORLD  
RESOURCES  
INSTITUTE