

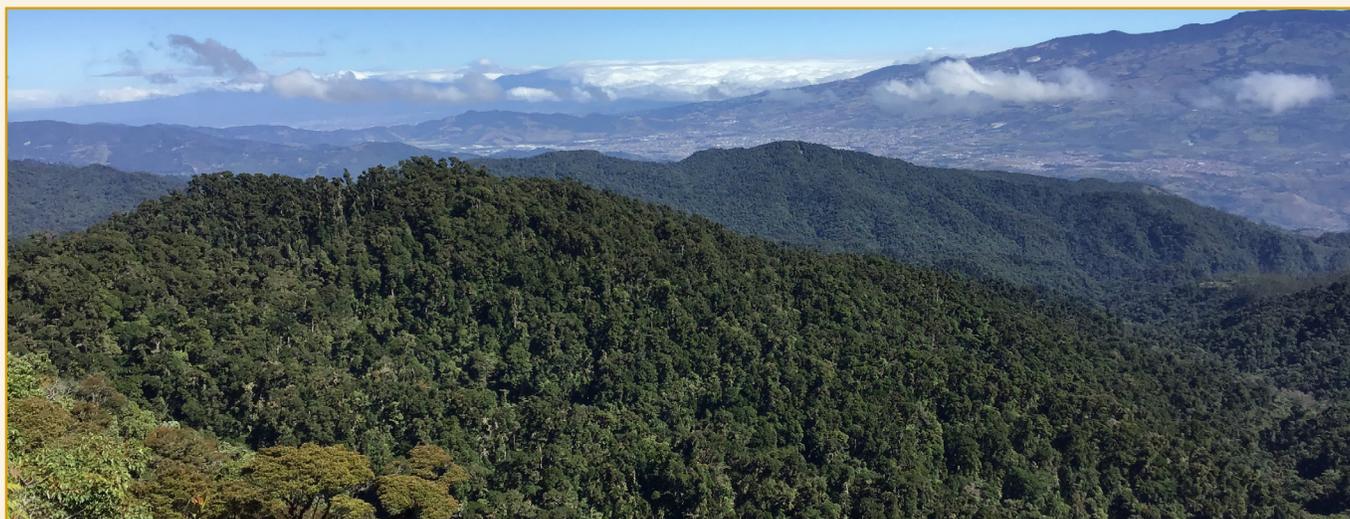
# Síntesis para decisores

## *Policy Brief*

CATIE combina ciencia, educación de posgrado e innovación para mejorar el bienestar humano mediante una gestión integrada de la agricultura y los recursos naturales en los territorios rurales de América Latina y el Caribe.

### Biodiversidad y servicios ecosistémicos de bosques de montaña de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica: investigación aplicada a la gestión para la adaptación al cambio climático

Bryan Finegan, Claudia Medellín, Diego Delgado



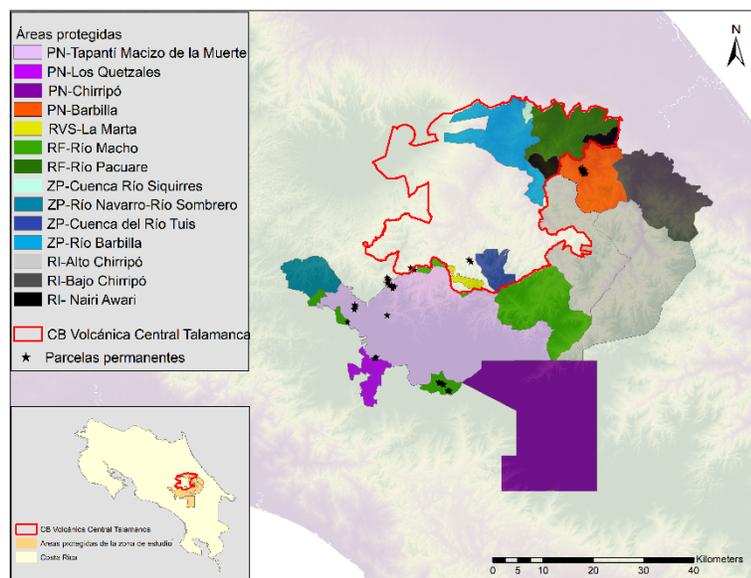
Los bosques de la Cordillera de Talamanca brindan innumerables beneficios a los costarricenses. Entre estos, destacan los servicios ecosistémicos de provisión de agua para consumo de poblaciones cercanas y, en la Gran Área Metropolitana, para la generación de energía hidroeléctrica, el control de la erosión de suelo, la regulación del clima a escala local y la contribución para mitigar el cambio climático al secuestrar y almacenar carbono. Además, están los servicios esenciales que provee la fauna de los bosques, como la polinización y el control de plagas, los cuales son muy valiosos para los agricultores de las cercanías. Los bosques de esta región ofrecen también un entorno natural apto para el esparcimiento, la inspiración o son de importancia cultural para los costarricenses, entre ellos los pueblos indígenas. Debido a su importancia, una mayoría de los bosques en la cordillera se encuentran bajo protección como áreas silvestres protegidas (ASP), sin embargo, a pesar de ser

gestionados como tales, las acciones que actualmente se realizan, por sí mismas, no son suficientes para enfrentar los efectos derivados de los cambios en el clima.

Presentamos este documento destacando tres objetivos. Primero, describimos cómo los bosques de la vertiente Caribe de la Cordillera de Talamanca, y los servicios ecosistémicos que brindan, son afectados por el cambio climático y explicamos en qué medida son vulnerables ante él. Luego, reseñamos las investigaciones que el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) está realizando en la zona para conocer los efectos del clima en los bosques y apoyar su gestión con fines de adaptación. Finalmente, recomendamos acciones que vinculan la investigación y la gestión para reducir la vulnerabilidad de estos bosques y fortalecer la conservación de sus servicios ecosistémicos.

## CATIE y el Sistema Nacional de Área de Conservación (SINAC) vinculados a través de la investigación, el monitoreo y la capacitación

El CATIE investiga, monitorea y contribuye a desarrollar capacidades para la gestión de la biodiversidad de bosques de montaña y su relación con el clima en la vertiente Caribe de la Cordillera de Talamanca. Nuestra zona de trabajo tiene una importante cobertura de bosque primario que se distribuye dentro de un gradiente altitudinal que va de los 300 a los 3000 m s. n. m. e incluye once ASP gestionadas en su mayoría por el SINAC, y que se encuentran en las siguientes categorías de manejo: parque nacional, reserva forestal, zona protectora, refugio nacional de vida silvestre y reserva biológica privada. También, existe un territorio comunitario autónomo reconocido a los pueblos originarios y un corredor biológico, el Volcánica Central-Talamanca, cuyo propósito es proveer conectividad ecológica entre dichas cordilleras.



Nuestra zona de trabajo: áreas protegidas, corredor biológico y sitios de investigación y monitoreo

### ¿Cómo están siendo afectados por el cambio climático los bosques de las ASP de la vertiente Caribe de la Cordillera de Talamanca y los servicios ecosistémicos que brindan?

El cambio climático modifica las condiciones para el desarrollo de especies de plantas y animales en los bosques en nuestra zona de trabajo, lo que potencialmente afectará la provisión de servicios ecosistémicos. Ante los rápidos cambios que actualmente suceden, y los que se esperan, se identifican tres posibles respuestas de la biodiversidad:

- las especies migran hacia sitios con temperaturas apropiadas en el futuro a mayores altitudes en la cordillera;
- las especies se adaptan, cambian sus características en respuesta al cambio climático y se mantienen en sus sitios actuales y
- las especies no toleran las nuevas condiciones climáticas y desaparecen de la zona, o sea que en las áreas protegidas se dan declives y extinciones.

La velocidad del cambio climático, sin embargo, se espera sea mayor que la velocidad de adaptación o migración de las especies y, el escenario de declives y extinciones (que parece el más probable), provocará cambios importantes en los bosques. Como señala el marco conceptual de la IPBES ([www.ipbes.net](http://www.ipbes.net)), estos cambios en los bosques propiciarán cambios en los servicios ecosistémicos que brindan, destacándose entre ellos los siguientes:

- Cambios en el ciclo del carbono por aumento de la temperatura, incrementando la emisión neta de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### El análisis de vulnerabilidad



La **vulnerabilidad** es el grado en que un ecosistema y las personas que lo gestionan y dependen de él son susceptibles e incapaces de afrontar los efectos adversos del cambio climático.

Dicha vulnerabilidad está en función de tres componentes: la **exposición** a cambios potenciales en el clima, la **sensibilidad** o grado en que un sistema socioecológico puede ser afectado por el cambio climático debido a características intrínsecas y la **capacidad adaptativa** o potencial de un sistema para ajustarse al cambio climático y hacer frente a las consecuencias para reducir daños (basado en IPCC 2007).

- Cambios en el ciclo del agua de manera que reduce su disponibilidad para consumo humano y la generación de energía hidroeléctrica.

## Los bosques de estas áreas protegidas y sus servicios ecosistémicos son altamente vulnerables al cambio climático

### El análisis de vulnerabilidad

La adaptación al cambio climático refleja los ajustes sociales y ecológicos que surgen como respuesta a los estímulos climáticos o a sus efectos actuales o esperados. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) propone el análisis de vulnerabilidad como primer paso en la gestión para la adaptación al cambio climático. Se han desarrollado dos análisis de vulnerabilidad relevantes para las ASP de la cordillera y sus bosques:

- A escala nacional el SINAC publicó en 2013 un análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las ASP y corredores biológicos de todo el país, caracterizando su vulnerabilidad bajo cuatro objetos de análisis distintos: vegetación arbórea, distribución de especies y los servicios ecosistémicos de provisión de agua para consumo humano y captura de carbono. El estudio muestra que en nuestra zona de trabajo predomina la vulnerabilidad media y es notable que tiende a ser mayor en la vertiente pacífica de la Cordillera de Talamanca. De acuerdo con este estudio, la vertiente Pacífica tendría mayor prioridad para acciones de gestión
- A escala de nuestra zona de trabajo, el CATIE realizó el análisis a partir de datos de vegetación de los bosques, generados en parcelas permanentes de monitoreo. A continuación profundizaremos más en este análisis.

El análisis de vulnerabilidad realizado por el CATIE en la zona de trabajo se hizo en el año 2016 utilizando el enfoque del IPCC vigente en ese momento (IPCC 2007, ver recuadro). Muestra que las características de los bosques cambian mucho dentro del rango altitudinal comprendido entre los 300 m s. n. m., en el Parque Nacional Barbilla y los 3000 m s. n. m. en la Reserva Forestal Río Macho. Un reto para la gestión de la adaptación al cambio climático de estos bosques es la enorme diversidad que

contienen (descrita más adelante). La protección y permanencia de esta biodiversidad asegurará en el futuro los servicios ecosistémicos de los cuales dependen los costarricenses.

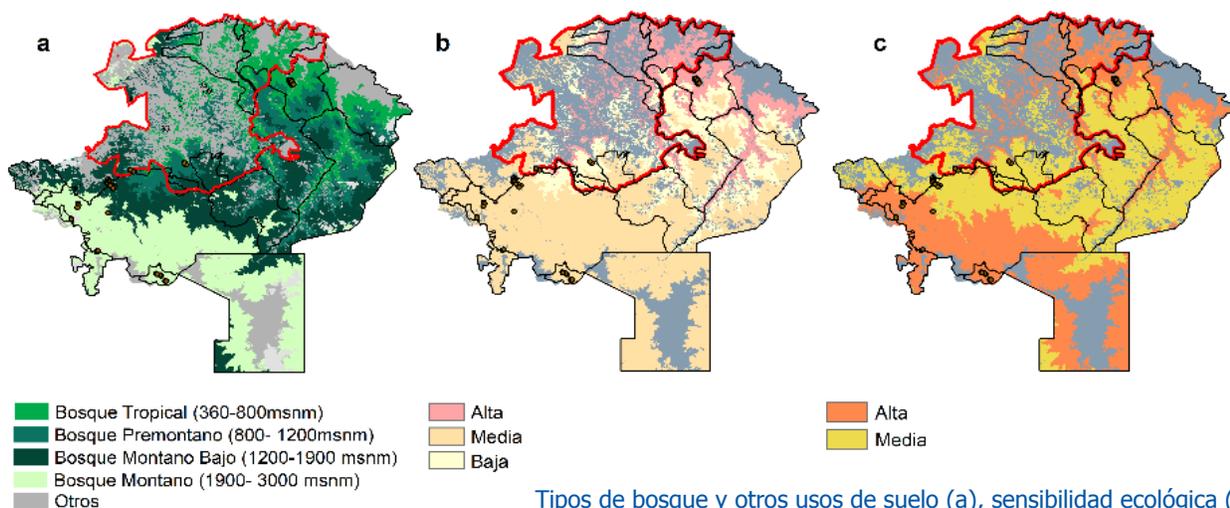
Clasificamos los bosques de la zona de trabajo en cuatro tipos (ver mapa a) con base en su rango altitudinal y las especies arbóreas dominantes y encontramos que la vulnerabilidad de los bosques es alta y media (ver mapa c). El análisis completo y detallado se encuentra aquí: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8496/Analisis\\_de\\_la\\_vulnerabilidad.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8496/Analisis_de_la_vulnerabilidad.pdf).

Dado que la exposición y la sensibilidad ecológica de los bosques no pueden ser cambiadas, la vulnerabilidad puede ser reducida solamente a través del fortalecimiento de la capacidad adaptativa, una de nuestras metas principales.

### Nuestra investigación: un aporte para la gestión de las ASP

La investigación y el monitoreo que hacemos muestran la magnitud de la tarea de gestionar los bosques de esta parte de la cordillera y sus servicios para la adaptación al cambio climático. Los resultados principales hasta la fecha que queremos señalar son:

- La exposición al cambio climático en la zona de trabajo es alta de acuerdo con el modelo de cambio del clima utilizado, el cual indica que la cantidad de lluvia en un año –que ya es muy alta– aumentará hasta un 30% durante el presente siglo, al igual que aumentará la temperatura mínima en hasta 3,5 °C.
- En la zona hay una enorme diversidad de plantas y animales: nuestros estudios reportan al menos 450 especies de árboles, palmas y helechos arborescentes, más de 200 especies de aves y 27 especies de murciélagos que se alimentan de flores y frutos y esperamos que el total de especies presentes en esta parte de la cordillera sea



Tipos de bosque y otros usos de suelo (a), sensibilidad ecológica (b) y vulnerabilidad ante el cambio climático (c) de los bosques de la vertiente Caribe de la Cordillera de Talamanca.

actualmente mucho mayor. Esta biodiversidad garantiza la provisión de los servicios ecosistémicos y maximiza, pero no asegura, el potencial que tienen los bosques de adaptarse al cambio.

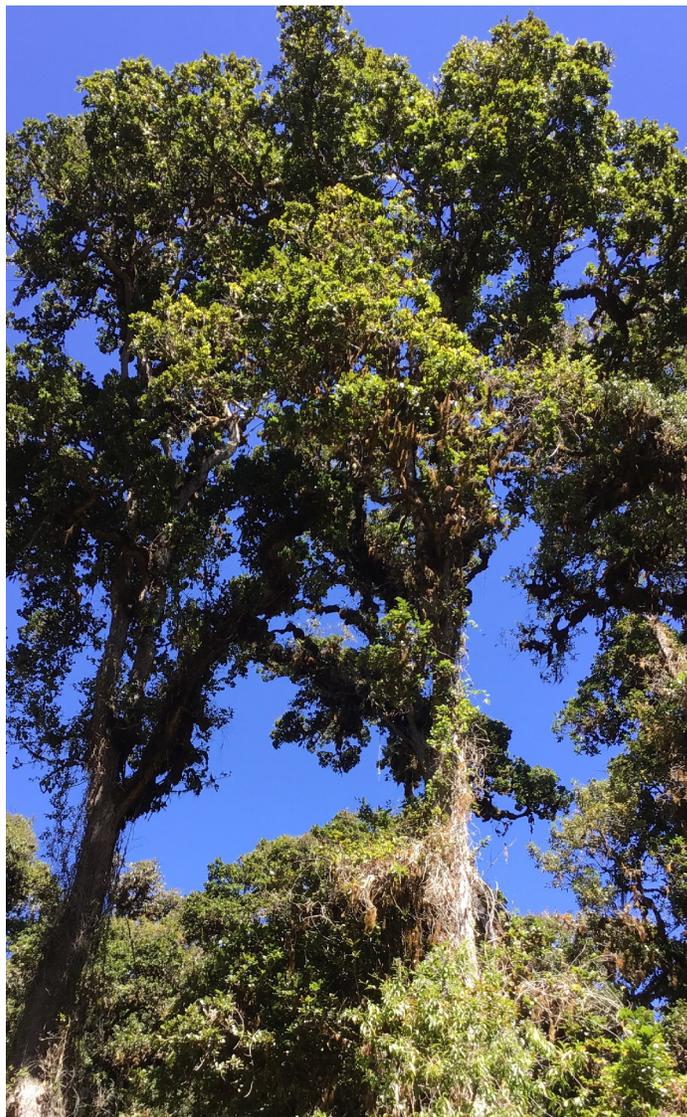
- Una mayoría de las especies se encuentran restringidas a sectores específicos en el gradiente altitudinal y se esperan cambios importantes en sus distribuciones. La diversidad de especies disminuye con la altitud, siendo los bosques de tierras bajas (Parque Nacional Barbilla) los más diversos. Con el aumento de temperatura se ampliará la extensión de terreno apto para el desarrollo de las especies de tierras bajas, aunque esto no quiera decir que tales especies migrarán para ocupar estos nuevos espacios. Por otra parte, para muchas de las especies de las tierras altas (Parques Nacionales Tapantí, Chirripó y Quetzales, y la Reserva Forestal Río Macho) las extensiones disminuirán. Algunas pocas especies como el roble blanco (*Quercus bumelioides*) ocupan actualmente un rango amplio de distribución en la cordillera y, por tanto, de temperatura, por lo que se espera sean capaces de tolerar el aumento de temperatura previsto. No obstante, la distribución restringida de una mayoría de las especies del gradiente, su crecimiento lento y la enorme diversidad de plantas y animales, hace que los bosques de la cordillera sean altamente sensibles al cambio climático.
- El carbono almacenado es mayor en los bosques de tierras bajas y altas, como el caso de los bosques del Parque Nacional Barbilla y los robledales de altura, mientras que el carbono en bosques de la zona intermedia es menor.

## ¿Qué hacer?

Nuestras recomendaciones van orientadas a dos metas: el fortalecimiento de la capacidad adaptativa y la generación y la aplicación de conocimiento sobre los bosques y su entorno.

En cuanto a la capacidad adaptativa, los planes generales de manejo (PGM) de las áreas protegidas establecen las directrices de planificación en el largo y mediano plazo (generalmente consideran un horizonte temporal de diez años). En nuestra zona de trabajo solo los parques nacionales, la Reserva Forestal Río Macho y la Zona Protectora Río Navarro-Río Sombrero cuentan con un PGM; dichos planes carecen de medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático en los ecosistemas. No obstante, en los PGM se identifican acciones que fortalecen la capacidad adaptativa de gestión de las ASP y de las comunidades (especialmente en lo relacionado a promover actividades turísticas). Se muestran avances en la planificación para la adaptación al considerar en los PGM acciones como el desarrollo de planes de adaptación y mitigación y la generación de información y monitoreo de impactos del cambio climático, pero todavía queda mucho por avanzar en dicho rubro.

Es imprescindible seguir trabajando en la implementación de acciones para contrarrestar otras amenazas existentes, como la deforestación, contaminación, cacería y otras que alteran la condición de los bosques volviéndolos más susceptibles a los impactos del cambio climático.



Resulta evidente la necesidad de vincular procesos de planificación y gestión con iniciativas de investigación y monitoreo orientadas a cubrir necesidades específicas de las ASP para la toma de decisiones, y fortalecer alianzas entre instituciones académicas y gestores de ASP. En cuanto a la generación y utilización de conocimiento, recomendamos enfocar lo siguiente:

- Identificar y monitorear indicadores potenciales de impactos derivados de cambios en el clima como el caso de especies que muestran rangos altitudinales estrechos.
- Implementar ensayos de migración asistida con especies cuyas características de dispersión restringen su migración natural en el gradiente altitudinal (principalmente aquellas asociadas a tierras bajas como palmas arborescentes y especies arbóreas como caobilla y manú), con el fin de evaluar su grado de adaptación hacia las partes altas del gradiente.
- Realizar investigaciones sobre dispersión de especies para conocer si tendrán la capacidad de migrar hacia nuevas áreas o si el cambio será más rápido que su capacidad de migración.

- Determinar el ámbito de distribución de especies y su relación con variables no consideradas en nuestras investigaciones que afectan su ocupación (como topografía, lluvias locales, formación de nubes, hidrología, tipos de suelo e interacciones bióticas).
- Fortalecer el conocimiento y habilidades de gestores de bosques de montaña y actores clave con resultados de investigación y monitoreo de la zona de estudio en temas de cambio climático, impactos en biodiversidad y servicios ecosistémicos, y la gestión de bosques para la adaptación.

Esperamos que el conocimiento generado por el CATIE contribuya a identificar medidas de adaptación que disminuyan la vulnerabilidad de los bosques de montaña en la Cordillera de Talamanca y enriquezcan procesos de planificación asociados a la adaptación y mitigación al cambio climático, así como la identificación de temas prioritarios de capacitación para actores clave en las ASP. Próximamente, estaremos implementando elementos de un plan de fortalecimiento de capacidades y comunicando nuevos resultados de nuestras investigaciones.



Regeneración natural de gaulín (*Oreomunnea mexicana*) en el Parque Nacional Tapantí. El éxito de la regeneración natural es clave para la adaptación de los bosques al cambio climático. Fotografía de Bryan Finegan.

## Bibliografía

- Colwell, R; Brehm, G; Cardelús, C; Gilman, A; Longino, J. 2008. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science* 322:258-261.
- Delgado, D; Finegan, B; Martin, M; Acosta, M; Carrillo, F; Hernández, T; Bejarano, L; Nieto; Lara, D; Ribalaygua, J. 2016. Análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de bosques de montaña en Latinoamérica: un punto de partida para su gestión adaptativa. CATIE. (Informe técnico no. 406). ISBN 978-9977-57-668-8
- Esquivel, M.J., Park, B.B., Casanoves, F., Delgado, D., Park, G.E., Finegan, B. 2019. Altitude and species identity drive leaf litter decomposition rates of ten species on a 2950 m altitudinal gradient in neotropical rain forests. *Biotropica* 52, 11-21.
- IPCC. 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 p.
- IPCC 2014. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press. Consultado el 16.04.2014 en: [http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC\\_WG2AR5\\_SPM\\_Approved.pdf](http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf).
- Ribalaygua, J; Torres, L; Pórtoles, J; Monjo, R; Gaitán, E; Pino, MR. 2013. Description and validation of a two-step analogue/regression downscaling method. *Theor Appl Climatol* 114:253–269
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2013. Análisis de vulnerabilidad al cambio climático de las áreas silvestres protegidas terrestres (en línea). Costa Rica. 73 p. consultado 1 jul 2019. Disponible en: <https://canjedorbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/Informe-final-1.pdf>
- Veintimilla, D., Ngo Being, M.A., Delgado, D., Vilchez, S., Zamora, N., Finegan, B. 2019. Drivers of tropical rainforest composition and alpha diversity patterns over a 2530 m altitudinal gradient. *Ecology and Evolution* 9, 5720-5730.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Sede Central, CATIE  
 Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica  
 Tel. + (506) 2558-2000  
[comunica@catie.ac.cr](mailto:comunica@catie.ac.cr)  
[www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

**CATIE**   
 Solutions for environment and development  
 Soluciones para el ambiente y desarrollo