



# Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:

estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

Ana María Sierra-Parra, Diego Delgado-Rodríguez, Roger Villalobos-Soto, Christian G Herrera-Martínez, Milena Gutiérrez, Nicolás Quijano-Prieto

Fomentado por el:



Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

en virtud de una resolución del Parlamento de la República Federal de Alemania

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

# **Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:** **estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación**

Ana María Sierra-Parra, Diego Delgado-Rodríguez, Roger Villalobos-Soto,  
Christian G Herrera-Martínez, Milena Gutiérrez, Nicolás Quijano-Prieto

CATIE no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en las páginas de este documento. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial o total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2021.

## ISBN 978-9977-57-758-6

333.715.309.728.6

S572 Sierra Parra, Ana María.

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica: estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación / Sierra Parra, Ana María... [et al.]  
– 1ª ed. – Turrialba, Costa Rica : CATIE, 2021.

39 p. : il. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 429)

ISBN 978-9977-57-758-6

1. Restauración ambiental 2. Bosque secundario 3. Biodiversidad  
I. Delgado-Rodríguez, Diego II. Villalobos-Soto, Roger  
III. Herrera-Martínez, Christian G. IV. Gutiérrez, Milena  
V. Quijano-Prieto, Nicolás VI. CATIE VII. Título VIII. Serie.

### Citación sugerida:

Sierra-Parra, A.M; Delgado-Rodríguez, D; Villalobos-Soto, R; Herrera-Martínez, C.G; Gutiérrez, M; Quijano-Prieto, N. 2021. Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica: estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 39 p. (Serie técnica. Informe técnico / CATIE, no. 429). Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/11470>

### Créditos

**Revisión técnica:** William Fonseca, Universidad Nacional, especialista en cambio climático e inventarios forestales y Mauricio Sánchez, consultor independiente, especialista en silvicultura y adaptación.

**Fotografías de la portada:** Félix Carmona y Ana Sierra

**Diseño:** Tecnología de Información y Comunicación, CATIE

# Contenido

---

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>5</b>
<b>Prólogo</b> .....	<b>6</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>7</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>8</b>
<b>Materiales y métodos</b> .....	<b>10</b>
Descripción del sitio de estudio y los tratamientos de restauración . . .	10
<b>Resultados</b> .....	<b>16</b>
<b>Discusión</b> .....	<b>26</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>29</b>
<b>Literatura citada</b> .....	<b>30</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>32</b>

## Agradecimientos

---

Los autores desean reconocer el apoyo brindado por el personal de la Unidad de Bioestadística del CATIE y la colaboración de Nelson Zamora y Vicente Herra para la identificación de especímenes, así como el trabajo técnico en campo de Leonel Coto. Se agradece la atención brindada por el Dr. Daniel Janzen y la Dra. Hallwachs, así como a Roger Blanco, Félix Carmona, Marielos Molina y David Morales, personas del Programa de Restauración y Silvicultura del Área de Conservación Guanacaste, que facilitaron información sobre la historia de los sitios y las estrategias implementadas.

## Prólogo

---

Este artículo fue producido con financiamiento del World Resource Institute (WRI) y del proyecto *Desarrollo de Modelos Sostenibles de Manejo en Bosques Secundarios y sus Nexos con el Sector Privado Financiero*, liderado por la Unidad Bosques y Biodiversidad en Paisajes Productivos del CATIE y financiado por la Iniciativa Climática Internacional (IKI).

El Ministerio Federal del Ambiente, la Conservación de la Naturaleza, la Construcción y la Seguridad Nuclear de Alemania (BMUB) apoyan esta iniciativa con base en una decisión adoptada por la Bundestag Alemana.

## Resumen

Se evaluaron los resultados de la implementación de dos estrategias de restauración activa de bosque natural en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, noreste de Costa Rica. Las áreas bajo restauración activa fueron evaluadas entre 18 y 22 años después de implementadas y consistieron en los tratamientos: islas de cultivo con especies nativas y exóticas y plantaciones forestales de la exótica *Gmelina arborea* (Lamiaceae), utilizada como especie nodriza y habilitadora de la regeneración. Dos bosques secundarios cercanos, considerados como tratamientos de restauración pasiva, fueron utilizados para evaluar la efectividad del proceso de restauración activa: un bosque joven con edad de abandono entre 18-22 años y uno maduro de más de 30 años de edad.

La biodiversidad de la vegetación fue medida en términos de su estructura, composición y diversidad de especies, utilizando parcelas temporales para dos categorías de tamaño: plantas en regeneración (entre 2,5 a 4,9 cm de dap) y fustales ( $\geq 5$  cm de dap). Los resultados sugieren que los tratamientos de restauración activa son similares -o incluso superan- a los tratamientos de restauración pasiva en cuanto a estructura (número de individuos y área basal). La diversidad medida a través de los índices clásicos de Shannon y Simpson no varía entre estrategias pero, en número de especies, las curvas de rarefacción basada en individuos muestran al bosque secundario maduro como el ecosistema más ricos en especies. El análisis multivariado NMS evidencia diferencias importantes en composición de especies entre tratamientos, separándose claramente las parcelas de restauración activa con respecto a las del bosque secundario maduro. La diversidad beta ( $\beta$ ) es mayor en los tratamientos de restauración pasiva (alto recambio de especies entre parcelas de un mismo tratamiento), que en los activos (bajo recambio de especies).

Las estrategias de restauración activa fueron efectivas para acelerar el restablecimiento de la estructura de bosques secundarios; sin embargo, la riqueza de especies y la composición difiere de la de los bosques naturales que se encuentran en el paisaje.

**Palabras clave:** restauración, islas de cultivo, plantaciones forestales, *Gmelina arborea*, bosques secundarios.

## Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró al periodo 2021-2030 como el *Decenio sobre la Restauración de los Ecosistemas*<sup>1</sup>, con el objetivo de prevenir, detener y revertir su degradación a nivel mundial y de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relativos al cambio climático, la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria, el agua y la conservación de la diversidad biológica. Este decenio actuará como acelerador de algunos desafíos a gran escala como el de Bonn o la Declaración de New York, e incluirá la promoción de un movimiento mundial centrado no solo en restaurar sino también en desarrollar capacidades técnicas y científicas para abordar los desafíos relativos al Antropoceno.

En ese orden de ideas, la divulgación de resultados de experiencias, ensayos e investigaciones relacionadas con la restauración y de lecciones aprendidas cobran gran valor en la replicabilidad de procesos en contextos similares.

El Área de Conservación Guanacaste (ACG), declarada por la UNESCO como patrimonio mundial de la humanidad, se encuentra ubicada en el noroeste de Costa Rica, en la provincia de Guanacaste. Creada en el año de 1986, está compuesta por los parques nacionales Santa Rosa, Guanacaste y Rincón de la Vieja, además de la Estación Experimental Forestal Horizontes y el Refugio de Vida Silvestre Bahía Junquillal. Actualmente tiene un área de 169 000 ha donde se estima se encuentran unas 650 000 especies multicelulares (eucariotes), que representan el 2,6% de la biodiversidad mundial. Esta área de conservación es el único bloque que conserva cuatro ecosistemas importantes del trópico: el marino-costero, bosque seco, bosque nuboso y bosque lluvioso o húmedo (ACG 2012, Janzen y Hallwachs 2020).

<sup>1</sup> <https://www.decadeonrestoration.org/>



En el pasado, la actividad ganadera extensiva dominó gran parte del paisaje en el que hoy se ubica el ACG, lo cual afectó de forma significativa los ecosistemas naturales y su biodiversidad. La misión con la que se creó el ACG fue “la conectividad y ampliación del bloque conservado con sus respectivos pisos altitudinales; a través de la conservación, preservación y restauración de la biodiversidad y hábitats utilizando como herramientas el manejo, restauración, investigación científica y la educación biológica”, considerando la integración de la sociedad nacional e internacional en su biodesarrollo (ACG 2012). La regeneración de bosques naturales fue concebida a través de la implementación de acciones tendientes a mejorar las condiciones para la regeneración natural y controlar y prevenir los incendios forestales, la cacería y la tala ilegal (Janzen y Hallwachs 2020).

El Corredor Biológico Rincón Cacao (CBRC), que forma parte del ACG y se ubica en las provincias de Guanacaste y Alajuela, surgió entre 1994 y 1999 como una estrategia para conectar los bosques húmedos tropicales ubicados entre la zona volcánica Cacao y Rincón de la Vieja, las cuales se encontraban fuertemente afectadas por procesos de fragmentación provocados por la ganadería. En 1995, el Programa de Restauración y Silvicultura (PRS) del ACG investigó sobre metodologías que facilitarían la recuperación de los bosques húmedos de esa zona. Es así como entre los años 1996 y 2000 se implementaron dos estrategias de restauración activa para controlar la densa y agresiva cobertura de pastos y atraer dispersores de semillas: islas de cultivo y plantaciones de la especie exótica *Gmelina arborea* (Lamiaceae) proveniente del sudeste asiático (ACG 2012).

La presente investigación pretende contribuir al conocimiento sobre restauración de bosques naturales en potreros en paisajes tropicales. Para esto se presentan los resultados de la implementación de estrategias de restauración activa en el CBRC, específicamente relacionados con biodiversidad vegetal, con el fin de que puedan ser replicados en territorios ecológicamente similares. El tiempo transcurrido desde que iniciaron las actividades de siembra de árboles en potreros hasta la evaluación de estas áreas oscila entre 18 y 22 años.

## Materiales y métodos

---

### Descripción del sitio de estudio y los tratamientos de restauración

El estudio se desarrolló dentro del Corredor Biológico Rincón Cacao (CBRC), un territorio de 2800 ha que incluye los volcanes Orosí y Cacao y que pretende conectar la biodiversidad de dos parques nacionales a través del restablecimiento de la cobertura forestal: el Parque Nacional Rincón de la Vieja (PNRV) y el Parque Nacional Guanacaste (PNG). El ACG, al igual que gran parte del territorio costarricense, sufrió una importante pérdida de bosque durante las décadas de 1960 y 1980 (Sánchez- Azofeifa 2015), producto principalmente de la expansión ganadera y agrícola en el país (Canet 2015). No fue sino hacia mediados de los años 80s cuando comenzó la recuperación de la cobertura forestal debido a factores como la caída en los precios de la carne y el posterior abandono de tierras por parte de los propietarios, y por la gestión del Estado costarricense que ofreció incentivos para la reforestación y promulgó leyes para prohibir en el territorio nacional el cambio de uso de la tierra (Sánchez- Azofeifa 2015, Barquero y Hernández 2015, Canet 2015).

La zona de vida que predomina es bosque tropical muy húmedo (Holdridge 2000), con una precipitación media anual de 3250 mm y elevaciones entre los 500 y 1650 msnm (ACG 2012). Los usos de suelo comprenden bosque maduro y joven, plantaciones forestales, pasturas, asentamientos humanos e infraestructura vial, entre otros (ACG 2012).

Dentro del CBRC se identificaron cuatro áreas bajo estrategias de restauración activa y cuatro en restauración pasiva, ubicadas entre los 556 y 763 msnm, las cuales fueron consideradas como tratamientos (ocho en total). Las áreas de restauración pasiva fueron seleccionadas por su proximidad espacial con respecto a las de restauración activa, para procurar condiciones ambientales similares y que sirvieran como referencia en los análisis.

La restauración activa se implementó entre 1996 y 2000 en áreas de potreros y tuvo como propósito mejorar las condiciones para el establecimiento de la regeneración natural. Consistió de una preparación de los terrenos mediante la quema de pastos y la posterior mecanización con tractor y arado. Dependiendo del tratamiento, las áreas fueron plantadas con árboles frutales como aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), caobilla (*Carapa guianensis*) y manzana rosa (*Syzygium jambos*) y/o especies forestales exóticas y nativas. Se pretendió que estas especies suprimieran por sombreamiento a los pastos *Cynodon nlemfuensis* y *Brachiaria* sp. en los potreros, y proveyeran frutos a dispersores de semillas favoreciendo el repoblamiento de la vegetación natural. Los materiales plantados fueron producidos en viveros comunitarios, utilizando métodos de siembra en bolsas plásticas, raíz desnuda (o pseudoestaques) y estaques o estacas; también se utilizó material extraído de bosques de la zona (semillas y plántulas). Un total de 28 especies provinieron de viveros y 19 fueron extraídas de los bosques (para mayor información consultar a Janzen y Hallwachs 2020).

Los tratamientos de restauración activa consisten en dos islas de cultivo establecidas en los años 1996 (IC96) y 1997 (IC97), de aproximadamente 10 ha cada una, y dos plantaciones monoespecíficas de la especie exótica melina (*Gmelina arborea*) de los años 1999 (PM99) y 2000 (PM00), que juntas suman unas 30 ha.

Las 20 ha de los tratamientos IC96 y IC97 fueron regadas con 300 kg de semillas de unas 19 especies, principalmente de árboles frutales; se plantaron además estaques de *Gliricidia* sp, *Erythrina* sp y *Gmelina arborea* (en IC96 se plantaron 1500, 100 y 50 por hectárea, respectivamente, y en IC97 500, 0 y 100), que crecen rápido y sirven de percha a las aves, y pseudoestaques de especies nativas como *Carapa guianensis*, *Cordia alliodora* y *Callophyllum brasiliense*. El total de pseudoestaques sembrados fue de 600 ha<sup>-1</sup> en IC96 y 2000 ha<sup>-1</sup> en IC97 (ver lista completa de especies que fueron plantadas o sus semillas dispersadas en los tratamientos en el Anexo 1). Al momento de realizar el estudio (año 2018), el tratamiento IC96 tenía 22 años de establecido y el IC97 21. En la Figura 1 se muestran algunas fotografías que ilustran el proceso de restauración.



**Figura 1**

Mecanización del terreno (superior izquierda) e implementación de siembra con estacaones (inferior izquierda) en islas de cultivo durante el año 1996; vista de islas de cultivo en 2018 (derecha). Sector San Cristóbal, Corredor Biológico Rincón Cacao, Costa Rica.

Fotografías izquierda: F. Carmona; fotografía derecha: Ana María Sierra

En los tratamientos PM99 y PM00 se sembraron pseudoestacaones de melina a una distancia de 3 m x 3 m (1111 plantas ha<sup>-1</sup>). Estos fueron manejados sólo durante el primer año, aplicando control de malezas, rodajea y podas de ramas inferiores; posteriormente no se realizaron más intervenciones con la plena intención de que la melina actuara facilitando, mediante sombreado, la regeneración natural (Figura 2). Al momento de realizar la presente investigación las áreas de melina tenían una edad de 19 (PM99) y 18 años (PM00).

Las áreas bajo restauración pasiva seleccionadas corresponden a bosques secundarios que crecen sobre antiguos pastizales. Dos eran jóvenes (BJ1 y BJ2), con edades de abandono similares a los tratamientos de restauración activa, entre 18-22 años al momento de realizarse el presente estudio, y dos eran maduros, mayores a 30 años de abandono (BM1 y BM2).



**Figura 2**

Plantación monoespecífica de *Gmelina arborea* en el año 1999 (superior izquierda) y su evolución en el 2003 (inferior izquierda) y 2018 (derecha).

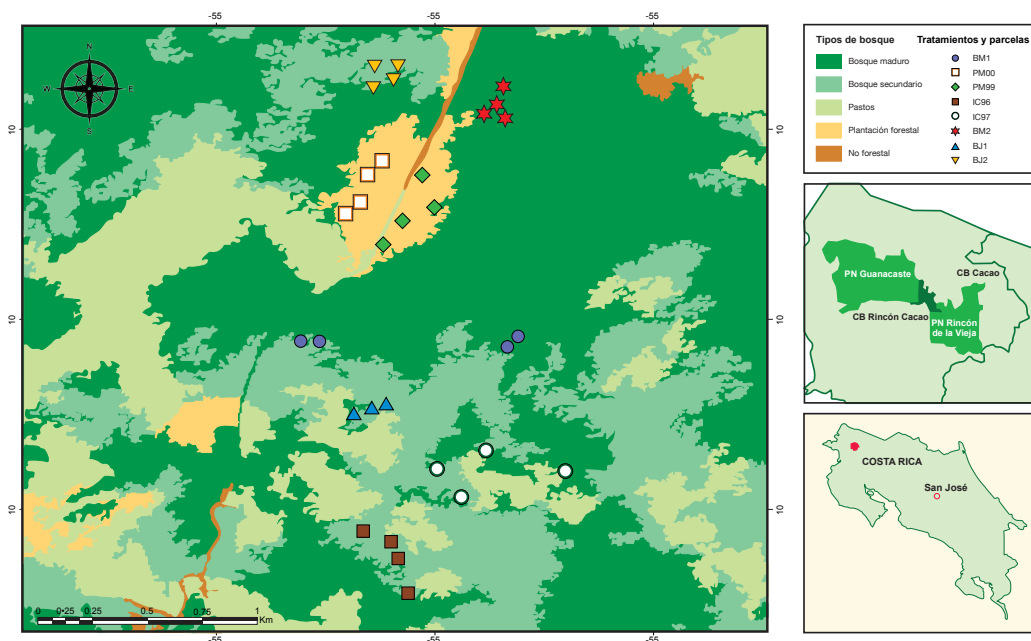
Fotografías izquierda y centro: F. Carmona; fotografía derecha: Ana María Sierra

**Diseño de muestreo y toma de datos.** En cada uno de los tratamientos PM99, PM00, IC96, IC97, BJ2, BM1 y BM2, se establecieron cuatro parcelas temporales de muestreo de vegetación de 20 m x 20 m, y en BJ1 se ubicaron tres. Estas parcelas, llamadas principales, se distanciaron 50 m dentro de cada tratamiento.

En las parcelas principales se midió todo árbol, hierbas, helechos y palma con un diámetro a la altura del pecho (dap)  $\geq 5$  cm (vegetación fustal) y en dos subparcelas de 5 m x 5 m ubicadas en las esquinas diagonales de cada parcela principal, se registró la vegetación con un dap entre 2,5 y 4,9 cm (vegetación en regeneración). La Figura 3 muestra la disposición de las parcelas en el paisaje.

Cada planta se contó, se midió su dap y se identificó a nivel de especie por el parataxónomo Vicente Herra, funcionario de la Unidad Bosque y Biodiversidad en Paisajes Productivos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); algunas muestras se colectaron y fueron identificadas por el botánico Nelson Zamora. Del total de individuos registrados, sólo uno fue identificado hasta el nivel de género (*Ocotea* sp.).

Se evaluó la cobertura de dosel utilizando un densiómetro cóncavo (Jennings *et al.* 1999). Se tomó el dato en el centro de las dos subparcelas de muestreo de regeneración contenidas en las parcelas principales; el promedio de estos datos fue el estimador de cobertura para cada parcela principal.



**Figura 3**

Usos de la tierra y ubicación de las 31 parcelas de medición en ocho tratamientos de restauración en el Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997

**Análisis de datos.** Las comunidades de plantas en tamaño fustal fueron comparadas entre tratamientos en términos de su estructura (cobertura, abundancia y área basal), composición, riqueza y diversidad de especies. Para la vegetación en regeneración, los datos se analizaron para abundancia total, riqueza y diversidad de especies.

La abundancia total y por clase diamétrica, área basal, número de especies ( $S$ ), diversidad de Shannon - Wiener ( $H'$ ), inverso de Simpson ( $D'$ ) (Magurran 2004, Moreno, 2001) y la cobertura de dosel se compararon a través de análisis de varianza (ANOVA) utilizando el *software* InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2011).

Curvas de rarefacción basadas en individuos considerando la muestra completa (Gotelli y Colwell 2001), fueron construidas para cada tratamiento en la categoría fustal. Las curvas se sometieron a un proceso de escalamiento y extrapolación de datos utilizando el *software* QEco (Di Rienzo *et al.* 2010).

La composición fue analizada considerando las especies más abundantes. Curvas de rango-abundancia se elaboraron para analizar gráficamente el número de especies dominantes y raras en la categoría fustal (Feinsinger 2001). En fustales se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para determinar diferencias significativas en la abundancia de especies (Clarke 1993) utilizando la medida de distancia Bray-Curtis y un valor de significancia de  $p=0,05$ . Para la curva rango-abundancia y el análisis ANOSIM se empleó QEco (Di Rienzo *et al.* 2010).

La diversidad  $\beta$  en fustales, que hace referencia al número de comunidades dentro de un paisaje (Magurran 1988, Moreno 2001), se analizó mediante el método de ordenación y clasificación *Escalamiento Métrico No Multidimensional* (NMS). Los tratamientos fueron ordenados espacialmente y se determinaron agrupaciones florísticas entre parcelas, posteriormente se calculó la distancia euclidiana entre comunidades (Magurran 1988, Moreno 2001). Para este análisis se utilizó QEco (Di Rienzo *et al.* 2010)

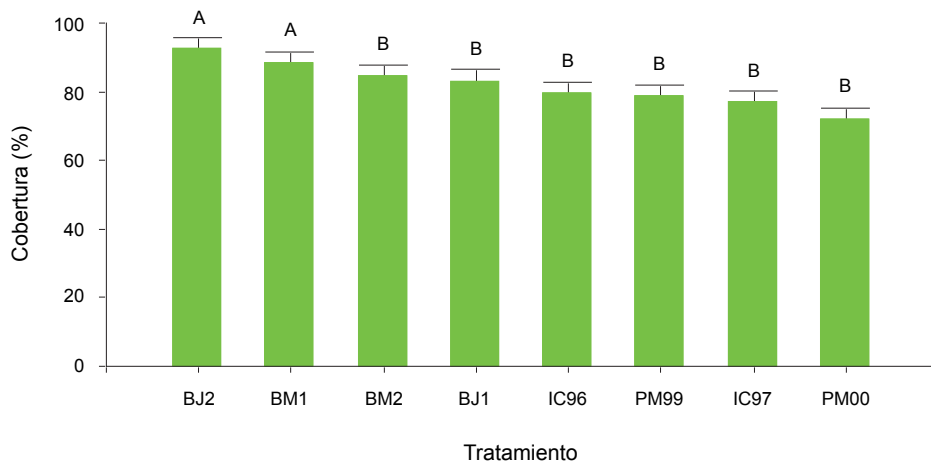
## Resultados

Un total de 1686 individuos, 127 especies y 47 familias de la categoría fustal y 248 individuos, 56 especies y 32 familias de la categoría regeneración fueron registrados en el estudio (la lista completa de especies observadas se encuentra en el Anexo 2). En fustales las familias más abundantes fueron Malvaceae (360 árboles), Lamiaceae (250), Lauraceae (159) y Melastomataceae (126) y con mayor riqueza de especies se encontró a Fabaceae (23), Lauraceae (9) y Malvaceae (9). En regeneración, el mayor número de individuos se encontró en las familias Siparunaceae (32), Fabaceae (24), Lauraceae (22), Rubiaceae (20) y Malvaceae (20) y con mayor riqueza de especies destacan Fabaceae (5), Lauraceae (5) y Euphorbiaceae (4).

**Cobertura vegetal.** Hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p$ -valor = 0,0074), los valores mayores se encontraron en las estrategias de restauración pasiva BJ2 y BM1, mientras que entre el resto no se evidenciaron diferencias (Figura 4). Todos los tratamientos de restauración superaron un valor de cobertura vegetal del 70%.

El hecho de que las plantaciones de melina (PM00, PM99) no mostraran diferencias en cobertura vegetal con respecto a dos estrategias de restauración pasiva (BM2 y BJ1), podría considerarse un indicativo favorable de su potencial de recuperación. Lo mismo sucede con las islas de cultivo (IC96, IC97) que, con casi los mismos años de establecidas que las plantaciones de melina, logran igualarlas en cuanto al grado de cobertura vegetal.





**Figura 4**

Porcentaje de cobertura de dosel por tratamiento de restauración ecológica en el Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997

**Abundancia y área basal.** En el grupo fustal se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la abundancia ( $p$ -valor = 0,0057). Los tratamientos de restauración activa (PM99, PM00, IC97, IC96) y el tratamiento de restauración pasiva BJ1 presentaron un mayor número de individuos  $\geq 5$  cm de dap en las parcelas de 20 m x 20 m con respecto a BJ2, BM1 y BM2 (Cuadro 1).

De la misma forma, aquellos tratamientos donde se plantó melina a altas densidades (PM99, PM00 y IC97), mostraron un área basal estadísticamente mayor para fustales que el observado en la restauración pasiva ( $p$ -valor = 0,0023), incluyendo el bosque de más de 30 años de edad, y también en IC96 donde se priorizó la siembra de especies nativas (Cuadro 1).

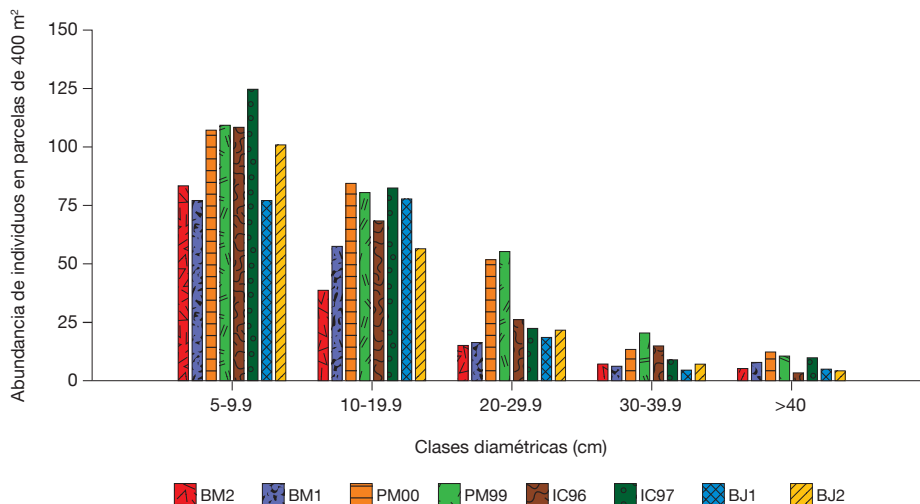
**Cuadro 1**

Abundancia promedio (*N*) y área basal (*G*) de la categoría fustal por parcela de 20 m x 20 m y desviación estándar para cada tratamiento de restauración ecológica. Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

Tratamientos*	<i>N</i>	<i>G</i> (m <sup>2</sup> )
PM99	69 ± 7 a	2,1 ± 0,2 a
PM00	67 ± 6 a	1,7 ± 0,2 a
IC97	62 ± 19 a	1,8 ± 0,1 a
BJ1	60 ± 18 a	1,2 ± 0,5 b
IC96	55 ± 15 a	1,2 ± 0,4 b
BJ2	47 ± 21 b	1,0 ± 0,7 b
BM1	41 ± 12 b	0,9 ± 0,2 b
BM2	37 ± 3 b	0,9 ± 0,2 b

\* **BM2**: bosque secundario >30 años; **BM1**: bosque secundario >30 años; **BJ1**: bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2**: bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00**: plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99**: plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96**: islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97**: islas de cultivo establecidas en 1997

Las curvas de distribución de la abundancia por clases de tamaño en fustales (Figura 5), muestran mayor abundancia en todos los tratamientos en las primeras clases, disminuyendo paulatinamente en las siguientes. Esto confiere una distribución gráfica en forma de “J” invertida, típica de bosques maduros, que indica que los individuos se encuentran representando varios rangos de tamaño (Louman *et al.* 2001) y donde la reserva de árboles y especies en los más pequeños promueven la sostenibilidad de los bosques (Morales-Salazar *et al.* 2013).



**Figura 5**

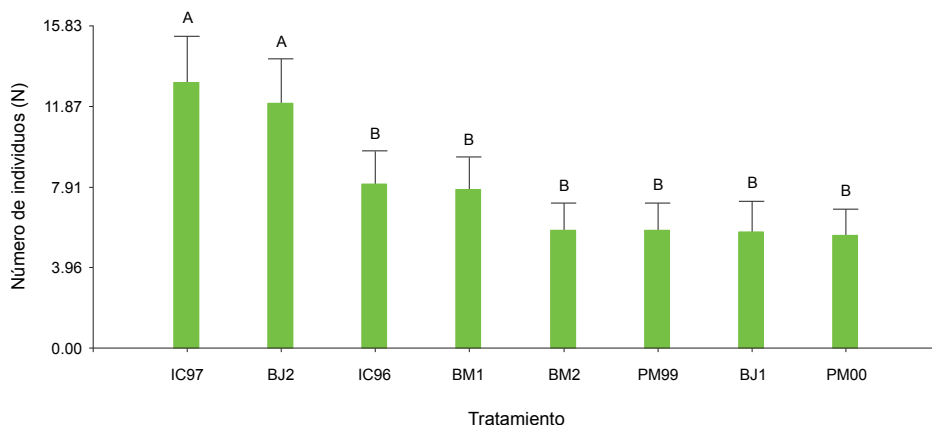
Abundancias de individuos en clases diamétricas en los tratamientos de restauración ecológica del Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997

Los tratamientos de restauración activa mostraron mayores densidades de individuos en prácticamente todas las categorías de tamaño (Figura 5). IC96 fue el único tratamiento de restauración activa cuya densidad fue menor a la de los tratamientos de restauración pasiva en dos categorías diamétricas: 10-19,9 cm de dap (donde fue menor a BJ1) y  $\geq 40$  cm de dap (donde fue menor a todos los tratamientos de restauración pasiva).

La abundancia en BM1 y BM2 fue superada en las clases diamétricas <40 cm de dap por todos los tratamientos activos.

La densidad de plantas en regeneración (entre 2,5 y 4,9 cm de dap), fue estadísticamente mayor en los tratamientos IC97 y BJ2 con respecto al resto de los tratamientos ( $p$ -valor = 0,0272) (Figura 6).



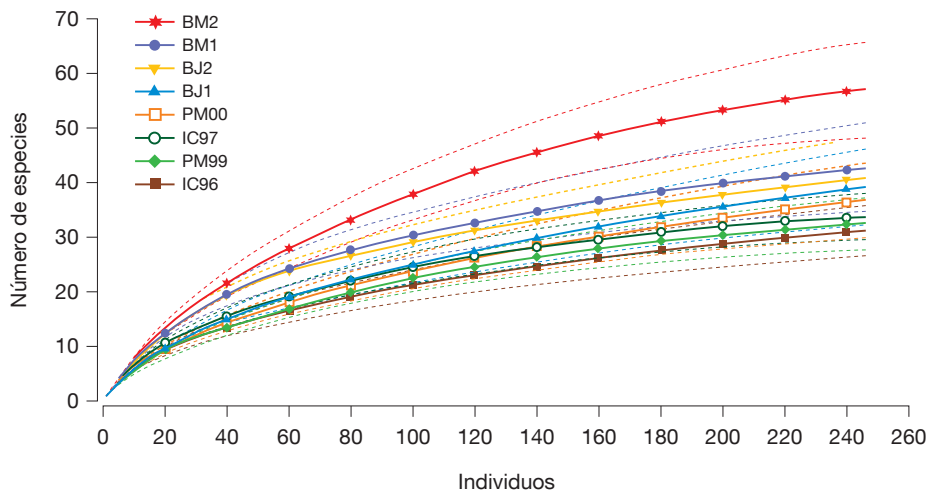
**Figura 6**

Promedio de individuos y desviación estándar en parcelas de regeneración en los tratamientos evaluados en el Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997

**Riqueza y diversidad.** La vegetación fustal y en regeneración no presentó diferencias significativas entre tratamientos para la riqueza (fustales:  $p = 0,9327$ , regeneración:  $p = 0,4306$ ) y diversidad de especies según los índices de Shannon (fustales:  $p = 0,6003$ , regeneración:  $p = 0,4079$ ) y el Inv-Simpson (fustales:  $p = 0,6042$ , regeneración  $p = 0,351$ ).

Las curvas de rarefacción de especies en función del número de individuos de la categoría fustal (Figura 7) mostró que, hacia el final de la curva, el BM2 acumuló más especies que el resto de los tratamientos, seguida de BM1. Entre los demás tratamientos no es posible observar diferencias en riqueza.



**Figura 7**

Curva de rarefacción de especies basada en individuos para la categoría fustal para los tratamientos de restauración ecológica en el Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997

**Composición de especies.** Entre las especies más abundantes por tratamiento para la categoría fustal destacan *Hampea appendiculata* (Malvaceae), *Cecropia obtusifolia* (Urticaceae), *Nectandra membranacea* (Lauraceae) y *Conostegia xalapensis* (Melastomataceae) (Cuadro 2). *H. appendiculata* se halla entre las primeras cinco en todos los tratamientos y, en tres de ellos (BM2, IC96 e IC97), es la más abundante; su dominancia es mayor en los tratamientos de restauración activa, con un rango de abundancia porcentual entre 17,9% y 27,1%. *C. obtusifolia*, reconocida como altamente heliófita, de vida corta y típica pionera en el trópico (Alvarez-Buylla y Martínez-Ramos 1992, Hartshorn 1978, Vazquez-Yanes 1980), es abundante en cinco de los tratamientos, tanto de restauración activa como pasiva (rango de abundancia porcentual entre 5,3 – 10%). Con respecto a *G. arborea*, después de 18-19 años de plantada, es ampliamente dominante en PM99 y PM00 (44,9% y 34,6% de la abundancia total, respectivamente) y es la segunda en importancia en IC97 (13,0%).

De todas estas especies, únicamente fueron plantadas en los tratamientos de restauración activa *H. appendiculata* (IC96) y *G. arborea* (PM99, PM00, IC97, IC96) (Anexo 1). La composición de los principales géneros y especies fustales en las áreas restauradas contiene tasas típicas de bosques neotropicales en tercera fase de sucesión, según la lista que reporta Finegan (1992, 1996). Por ejemplo, se hallan especies de los géneros *Simarouba*, *Cordia*, *Hampea*, *Guazuma* y *Casearia*, entre otros.

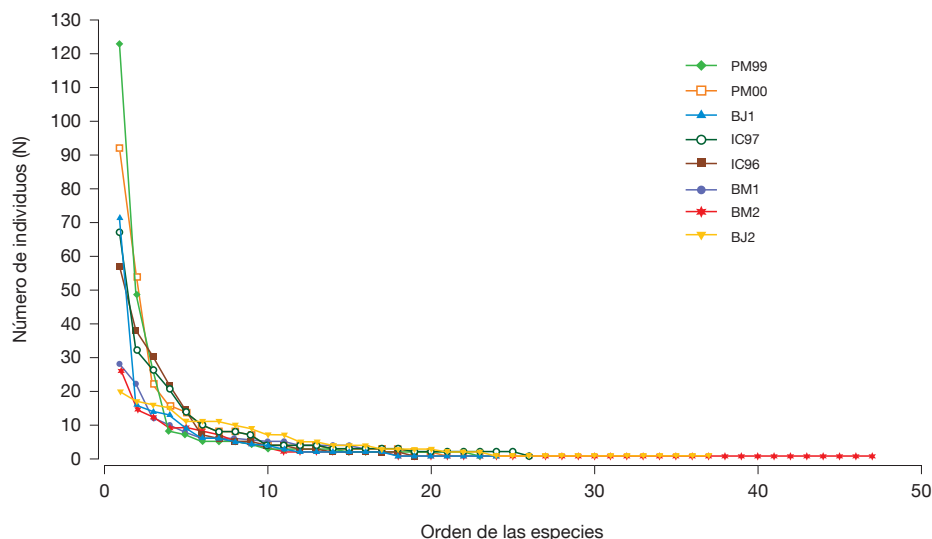
**Cuadro 2**

Cinco especies más abundantes por tratamiento en la categoría fustal, porcentajes de abundancia con respecto al total de individuos por tratamiento, Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

Especie	Restauración pasiva				Restauración activa			
	BM2	BM1	BJ1	BJ2	PM00	PM99	IC96	IC97
<i>Hampea appendiculata</i>	17,6	13,5	8,9	8,5	20,7	17,9	25,9	27,1
<i>Cecropia obtusifolia</i>		7,4	7,8		5,3		10,0	8,5
<i>Nectandra membranacea</i>				10,6	8,3	9,9	17,3	
<i>Conostegia xalapensis</i>		6,1	39,4			2,9	6,4	
<i>Gmelina arborea</i>					34,6	44,9		13,0
<i>Dendropanax arboreus</i>	6,1		5,0	8,0				
<i>Myrcia splendens</i>				9,0	6,0			
<i>Psychotria luxurians</i>						2,6		10,5
<i>Colubrina spinosa</i>	9,5							
<i>Clarisia biflora</i>	8,1							
<i>Allophylus psilospermus</i>	6,1							
<i>Adelia triloba</i>		17,2						
<i>Ocotea tenera</i>		4,9						
<i>Senna papillosa</i>							13,6	
<i>Cestrum racemosum</i>								5,7
<i>Clethra costaricensis</i>			7,2					
<i>Pipiper colubrinum</i>				5,9				

Existen pocas especies abundantes y muchas clasificadas como raras, principalmente en los tratamientos de BM1, BM2 y BJ1 (Figura 8). Como era de esperar, la restauración pasiva tiene mayor equitatividad y menor dominancia de especies, como sucede en los casos de BM1, BM2 y BJ2, pero no en BJ1 donde *Conostegia xalapensis* es muy abundante (39,4% del total de individuos). En la restauración activa claramente domina una sola especie: en PM00 y PM99 *G. arborea*, y en IC97 y IC96 *H. appendiculata*.

El análisis de similaridad (ANOSIM) para fustales (Figura 9), muestra diferencias importantes en la composición de especies entre tratamientos. La solución bidimensional de la gráfica (ejes X, Y) logró explicar un 87% de la variabilidad de los datos con un estrés final de 19,7 a nivel de parcelas, lo cual se considera altamente satisfactorio (McCune y Grace 2002).



**Figura 8**

Curvas de rango-abundancia para los ocho tratamientos en parcelas de fustales.  
Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

**BM2:** bosque secundario >30 años; **BM1:** bosque secundario >30 años; **BJ1:** bosque secundario joven (22-23 años de edad); **BJ2:** bosque secundario joven (19-20 años de edad); **PM00:** plantaciones de melina establecida en el 2000; **PM99:** plantaciones de melina establecidas en 1999; **IC96:** islas de cultivo establecidas en 1996; **IC97:** islas de cultivo establecidas en 1997





Los tratamientos de restauración activa tienen una composición florística muy similar entre sí, sobre todo PM99 y PM00, y difieren marcadamente de BM1 y BM2. El eje X separa claramente ambos grupos; en el lado izquierdo están las parcelas de los tratamientos PM99, PM00, IC96 y IC97 y a la derecha las de BM1 y BM2, indicando que comparten pocas especies entre sí. Hacia la parte central del eje X, ubicadas entre estos dos agrupamientos disímiles en composición, están BJ1 y BJ2 que contienen especies comunes a la restauración activa y, principalmente, a BM1 y BM2.

La amplitud de las elipses de predicción en la Figura 9 es un indicativo de la variabilidad en composición -o tasa de recambio de especies- al interior de los tratamientos. Los sitios de restauración activa PM99, PM00, IC96 y IC97 tienen elipses pequeñas que denotan bajas tasas de recambio de especies entre parcelas, lo cual quiere decir que, si tomamos al azar dos parcelas de un mismo tratamiento, su composición es muy similar. La restauración pasiva, al contrario, muestran elipses más amplias indicando mayores tasas de recambio, sobre todo en los casos de BM1, BM2 y BJ2.

## Discusión

---

Los tratamientos de restauración activa implementados hacia finales de los años 90s en potreros del Corredor Biológico Rincón-Cacao fueron exitosos para restablecer la estructura de la vegetación arbórea en términos de la cobertura de copas, abundancia y área basal para vegetación  $\geq 5$  cm de dap si se compara con los valores que presentan en el mismo paisaje los ecosistemas de bosque natural -jóvenes y maduros- regenerados por mecanismos de sucesión pasiva. En las islas de cultivo y, sobre todo, en las plantaciones de melina, el rápido crecimiento de la cobertura vegetal pudo provocar un denso sombreado inicial que eliminó los pastos y permitió mejores condiciones para el establecimiento de la regeneración natural (Guariguata y Ostertag 2002, Lamb *et al.* 2005). La cobertura vegetal controla la cantidad y calidad de la luz que llega al suelo, así como su distribución temporal y espacial. En campos abiertos, la sombra que proyectan las copas de los árboles tiene el efecto de eliminar la competencia de malas hierbas y mejorar el microclima, favoreciendo la regeneración de especies de flora, muchas de ellas tolerantes a la sombra y nativas.

*G. arborea* es una especie muy utilizada en plantaciones forestales en la región centroamericana por su alta productividad. Estudios en Costa Rica registran valores de incremento medio anual en diámetro de entre 2,2 y 2,9 cm (Piotto *et al.* 2003, Arias *et al.* 2011); en volumen total de 17 y 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Calvo-Alvarado *et al.* 2007, Arias *et al.* 2011) y en altura total del rodal de entre 1,8 y 2,3 m (Arias *et al.* 2011), superando con estos valores a muchas especies forestales nativas. A pesar de ser considerada una especie promisoría para complementar y acelerar la regeneración de bosques

naturales (Elliott *et al.* 2003), el uso de plantaciones monoespecíficas de melina como “técnica catalítica” de la sucesión ha sido un tema poco abordado. Los estudios tratan principalmente de los primeros 10 años de cultivo (Otsamo 2000, Elliott *et al.* 2003, Fisher 1995) y se enfocan en su potencial para controlar malezas, mejorar las condiciones de suelo y la producción de biomasa. En sitios de crecimiento óptimo, *G. arborea* muestra una gran capacidad para controlar malezas por sombreadamiento, debido a su alta productividad en biomasa total, de tallos y hojas y su copa densa y extendida (Arias *et al.* 2011, Bohre *et al.* 2013, Kuusipalo *et al.* 1996, Elliott *et al.* 2003). Sin embargo, la especie es altamente dependiente del sitio (Agus *et al.* 2001) y puede presentar problemas de ataques de insectos que reducen significativamente su desempeño como estrategia de restauración (Elliott *et al.* 2000). Muy pocos trabajos analizan el estado y la diversidad de la regeneración natural en plantaciones maduras de melina.

En las islas de cultivo, adicionalmente, la siembra de especies frutales potencialmente atrae a dispersores de semillas. Todo esto puede explicar la alta densidad de individuos en clases diamétricas menores de la categoría fustal y en regeneración en los tratamientos de restauración activa. En el caso de los árboles grandes, las plantaciones de *G. arborea* aún conservan una alta proporción de los árboles plantados, siendo una hipótesis que la dominancia de esta especie continúe al menos en la siguiente década.

La biodiversidad estimada en número de especies e índices de diversidad también es estadísticamente similar entre tratamientos, cuando se comparan por unidad muestral (parcelas de 20 m x 20 m), pero al analizar las curvas de rarefacción basadas en individuos se observa claramente que los bosques secundarios maduros (BM1 y BM2) contienen mayor número de especies.

La composición de especies difiere mucho entre tratamientos de restauración activa y pasiva, sugiriendo que la intervención realizada en los pastizales del CBRC, mediante la siembra de especies, no derivó en ecosistemas similares a los restaurados de forma pasiva en el paisaje, lo que potencialmente provocaría cambios en los servicios ecosistémicos ofrecidos. El grado de variabilidad en composición entre tratamientos es otro aspecto para destacar; parcelas dentro de los tratamientos de islas de cultivo y plantaciones de melina son muy similares en composición, mostrando un bajo recambio de especies, lo cual contrasta marcadamente con lo que se observa en los tratamientos de restauración pasiva. Los bosques bajo restauración pasiva contienen una diversidad  $\beta$  mucho mayor que la activa, aspecto relevante para la gestión de la diversidad a escalas espaciales grandes, como el caso de corredores biológicos.

Es interesante también el hecho de que, de las 33 especies utilizadas en los tratamientos de restauración activa (Anexo 1), solamente *H. appendiculata* y *G. arborea* fueron registradas como abundantes. En el caso de melina, los individuos encontrados son principalmente los plantados, siendo muy pocos (apenas tres) los evaluados con diámetro pequeño ( $\leq 10$  cm de dap). A pesar de que se observaron muchos árboles muertos de melina, sigue siendo la especie dominante en los tratamientos de plantación. Este resultado coincide con otros estudios, por ejemplo Aide *et al.* (2000), en el sentido de que especies nativas pueden beneficiarse de exóticas, ya que al cerrarse el dosel la presencia de exóticas disminuye y pueden ser reemplazadas paulatinamente por especies nativas. Un tema de particular interés es el monitoreo de las poblaciones de *G. arborea* en Rincón-Cacao, con el propósito de registrar, entre otras cosas, el tiempo que tarda el sistema en cambiar de su condición de plantación forestal a la de un bosque natural según la legislación costarricense.

*H. appendiculata*, por el contrario, fue abundante en todos los tratamientos evaluados mostrándose exitosa en los procesos de dispersión y regeneración. Estudios más exhaustivos sobre las poblaciones de las otras especies plantadas son necesarios para evaluar su capacidad de colonización y de contribuir a la restauración de los sitios.

## Conclusiones

---

- Los parámetros florísticos evaluados sugieren que las acciones de restauración activa implementadas en áreas del Corredor Biológico Rincón-Cacao han promovido una trayectoria apropiada de la sucesión ecológica, en términos de estructura y diversidad de especies, de acuerdo con los atributos que presentan los bosques restaurados de forma pasiva y con las metas establecidas en los objetivos iniciales de restauración.
- Se observó un gradiente sucesional en composición de especies que varía de las composiciones relativamente simples de los tratamientos de restauración activas, principalmente PM00 y PM99, a ensamblajes más complejos en los bosques maduros BM1 y BM2. En una posición intermedia se encuentran los bosques jóvenes BJ1 y BJ2.
- La restauración pasiva presentó mayor diversidad beta ( $\beta$ ) que la activa, un aspecto importante para la gestión de la biodiversidad a escalas espaciales grandes.
- Los bosques secundarios jóvenes y maduros son similares en composición de especie y difieren marcadamente de las islas de cultivo y las plantaciones de melina.

## Literatura citada

- ACG (Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica). 2012. Programa de Restauración y Silvicultura. Guanacaste, Costa Rica.
- Agus, C; Karyanto, O; Hardiwinoto, S; Na'iem, M; Kita, S; Haibara, K; Toda, H. 2001. Biomass productivity and carbon stock in short rotation plantation of *Gmelina arborea* Roxb. *In* tropical forest. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences* 1:11-16.
- Aide, TM; Zimmerman, JK; Pascarella, JB; Rivera, L; Marcano-Vega, H. 2000. Forest Regeneration in a Chronosequence of Tropical Abandoned Pastures: Implications for Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 8(4):328-338. doi: 10.1046/j.1526-100x.2000.80048.x
- Alvarez-Buylla, ER; Martínez-Ramos, M. 1992. Demography and allometry of *Cecropia obtusifolia*, a neotropical pioneer tree - an evaluation of the climax-pioneer paradigm for tropical rain forests. *Journal of Ecology* 80:275-290.
- Arias, D; Calvo-Alvarado, J; Richter, DD; Dohrenbusch, A. 2011. Productivity, aboveground biomass, nutrient uptake and carbon content in fast-growing tree plantations of native and introduced species in the Southern Region of Costa Rica. *Biomass and Bioenergy* 35(5):1779-1788.
- Barquero, AI; Hernández, G. 2015. Bosques y pago de servicios ambientales en Costa Rica. *Ambientico* 253: Artículo 2:12-16.
- Bohre, P; Chaubey, OP; Singhal, PK. 2013. Biomass Accumulation and Carbon Sequestration in *Tectona grandis* Linn. f. and *Gmelina arborea* Roxb. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology* 5(3):153-174.
- Calvo-Alvarado, JC; Arias, D; Richter, DD. 2007. Early growth performance of native and introduced fast growing tree species in wet to sub-humid climates of the Southern region of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 242:227-235.
- Canet, G. 2015. Recuperación de la cobertura forestal en Costa Rica, logro de la sociedad costarricense. *Ambientico* 253: Artículo 3:17-22.
- Clarke, KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18(1):117-143. doi: doi:10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2011. InfoStat. versión 24-03-2011. Disponible en <http://www.infostat.com.ar/>
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Pla, L; Vilchez, S; Di Rienzo, MJ. 2010. Qeco-Quantitative ecology software: A collaborative approach. *Revista Latinoamericana de Conservación* 1(1):73-75.
- Elliott, S; Navakitbumrung, P; Zangkum, S; Kuarak, C; Kerby, J; Blakesley, D; Anusarnsunthorn, V. 2000. Performance of six native tree species, planted to restore degraded forestland in northern Thailand and their response to fertiliser. *In* Elliott, S; Kerby, J; Blakesley, D; Hardwick, K; Woods, K; Anusarnsunthorn, V (dds.). *Forest Restoration for Wildlife Conservation*. Chiang Mai, Thailand, ITTO. p. 244-255.

- Elliott, S; Navakitbumrung, P; Kuarak, C; Zangkum, S; Anusarnsunthorn, V; Blakesley, D. 2003. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. *Forest Ecology and Management* 184:177–191
- Feinsinger, P. 2001. Designing field studies for biodiversity conservation. Washington, United States. Agency for International Development, Nature Conservancy (U.S.), 212p.
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p. Serie Técnica. Informe Técnico No. 188, 30 p.
- Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends in Ecology & Evolution* 11(3):119-124. doi: [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)81090-1](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)81090-1)
- Fisher, RF. 1995. Amelioration of Degraded Rain Forest Soils by Plantations of Native Trees. *Soil Science Society of America Journal* 59(2):544-549.
- Gotelli Nicholas, J; Colwell Robert, K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4(4):379-391. doi: 10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x
- Guariguata, MR; Ostertag, R. 2002. Sucesión secundaria. En Guariguata, MR y Kattan, GH. (eds). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*, editorial Tecnológica, Costa Rica.
- Hartshorn, GS. 1978. Treefalls and the tropical forest dynamics. In Tomlinson, PB; Zimmermann, MH (eds.). *Tropical Trees as Living Systems* (Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. p. 617-638.
- Holdridge, LR. 2000. *Ecología basada en zonas de vida*. 5 ed. San José, Costa Rica, IICA.
- Janzen, DH; Hallwachs, W. 2020. Área de Conservación Guanacaste, northwestern Costa Rica: Converting a tropical national park to conservation via biodevelopment. *Biotropica* 52(6):1017-1029. DOI: 10.1111/btp.12755.
- Jennings, SB; Brown, ND; Sheil, D. 1999. Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 72(1):59-74. doi: 10.1093/forestry/72.1.59
- Kuusipalo, J; Hadi, TS; Lattunen, P; Otsamo, A. 1996. Restoration of land productivity and environment through reforestation of *Imperata cylindrica* grasslands. *New Zealand Journal of Forestry Science* 26(1/2):307-319
- Lamb, D; Erskine, PD; Parrotta, JA. 2005. Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science* 310(5754):1628-1632. doi: 10.1126/science.1111773
- Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 46).
- Magurran, AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, United States of America, Princeton University.
- Magurran, AE. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, United Kingdom, Backwell Science Ltd.
- McCune, B.; Grace, J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Gleneden Beach.
- Morales-Salazar, MS; Vilchez-Alvarado, B; Chazdon, R; Ortiz-Malavasi, E; Guevara-Bonilla, M. 2013. Estructura, composición y diversidad vegetal en bosques tropicales del Corredor Biológico Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 10(24):1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.18845/rfmk.v10i24.1319>
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales&Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España, CYTED. 84 p.
- Otsamo, R. 2000. Secondary forest regeneration under fast-growing forest plantations on degraded *Imperata cylindrica* grasslands. *New Forests* 19:69–93.
- Piotto, D; Montagnini, F; Ugalde, L; Kanninen, M. 2003. Performance of forest plantations in small and medium-sized farms in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 175(1-3):195-204.
- Sánchez-Azofeifa, A. 2015. Análisis de la cobertura forestal de Costa Rica entre 1960 y 2013. *Ambientico* 253: Artículo 1:4-11.
- Vazquez-Yanes, CR. 1980. Notas sobre la autoecología de los árboles pioneros de rápido crecimiento de la selva tropical lluviosa. *Tropical Ecology* 21:103-112.

## Anexos

**Anexo 1.** Lista de especies utilizadas en los tratamientos de restauración activa IC96 y IC97 y valores de número de individuos y kilogramo de semillas por hectárea, Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

No.	Nombre común	Nombre científico	Número de individuos por ha plantados producidos en vivero, en bolsa o raíz desnuda		Número de individuos por ha plantados como pseudoestaciones		Número de individuos por ha plantados como estaciones		Kilogramos de semillas por ha dispersadas al voleo	
			IC96	IC97	IC96	IC97	IC96	IC97	IC96	IC97
1	Aguacate	<i>Persea sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1,0	0,0
2	Aguacatillo	<i>Nectandra sp.</i>	0	67	0	0	0	0	6,7	0,0
3	Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0	0	0	0	0	0,0	2,5
4	Botarrama	<i>Vochysia sp.</i>	0	23	60	0	0	0	0,2	0,0
5	Caimito	<i>Chrysophyllum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,0
6	Caobilla	<i>Carapa guianensis</i>	0	17	100	600	0	0	1,5	0,0
7	Casia	<i>Casia fruticosa</i>	300	5	0	0	0	0	0,0	0,0
8	Cedro María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	30	0	0	600	0	0	0,0	0,0
9	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	0	17	0	0	0	0	0,0	0,0
10	Chaperno	<i>Lonchocarpus sp.</i>	1000	390	0	0	0	0	0,5	0,0
11	Fruta dorada	<i>Virola sp.</i>	130	1	0	0	0	0	1,6	0,0
12	Gallinazo	<i>Schizolobium parahyba</i>	0	7	0	0	0	0	0,0	0,0
13	Guaba	<i>Inga sp.</i>	50	13	0	0	0	0	0,8	0,0



Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

14	Guachipelín	<i>Diphysa robinoides</i>	100	0	0	0	0	0	0,0	0,0
15	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	800	97	0	0	0	0	0,0	2,5
16	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	100	573	0	0	0	0	1,1	0,0
17	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	0	2	0	0	0	0	0,0	0,0
18	Jobo	<i>Spondias mombi</i>	0	77	0	0	0	0	0,0	2,0
19	Jorco	<i>Clusia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0,4	0,0
20	Lagarto	<i>Zanthoxylum sp</i>	0	214	0	0	0	0	0,0	0,0
21	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0	36	0	300	0	0	0,0	0,0
22	Madero negro	<i>Gliresia sepium</i>	0	0	0	0	1500	500	0,0	0,0
23	Majagua	<i>Hampea apendiculata</i>	500	0	0	0	0	0	0,0	0,0
24	Mango	<i>Manguifera indica</i>	0	0	0	0	0	0	1,1	0,0
25	Manú	<i>Minuartia guianensis</i>	0	24	0	0	0	0	0,0	0,0
26	Manú plátano	<i>Vitex cooperi</i>	0	42	0	0	0	0	0,0	0,0
27	Manzana rosa	<i>Eugenia jambas</i>	0	0	0	0	0	0	1,6	0,0
28	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	0	0	0	500	50	100	0,0	1,5
29	Poponjoche	<i>Pachira aquatica</i>	50	130	0	0	0	0	6,0	0,0
30	Poró	<i>Erythrina costarricensis</i>	130	5	0	0	100	0	0,8	0,0
31	Vainillo	<i>Stryphmodendron excelsum</i>	100	0	0	0	0	0	0,0	0,0
32	Yos	<i>Sapium sp.</i>	10	0	0	0	0	0	0,0	0,0
33	Zapote	<i>Pouteria sp.</i>	15	58	0	0	0	0	6,3	0,0
<b>Total por ha</b>			<b>3315</b>	<b>1797</b>	<b>160</b>	<b>2000</b>	<b>1650</b>	<b>600</b>	<b>29,7</b>	<b>8,5</b>

**Anexo 2.** Especies registradas y su abundancia por hectárea y tratamiento. Valores refieren a abundancias para vegetación  $\geq 5,0$  cm de dap (sin paréntesis) y abundancias para vegetación  $\geq 2,5 < 5,0$  cm de dap (entre paréntesis), Corredor Biológico Rincón Cacao, Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
1	<i>Acalypha diversifolia</i>	0 (50)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (267)	0 (0)
2	<i>Adelia triloba</i>	175 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3	<i>Alchornea latifolia</i>	0 (0)	0 (0)	12 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
4	<i>Allophylus pilospermus</i>	6 (0)	56 (0)	0 (0)	25 (0)	0 (0)	6 (0)	25 (0)	0 (0)
5	<i>Alsophila cuspidata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
6	<i>Alsophila firma</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
7	<i>Annona montana</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
8	<i>Beilschmiedia costaricensis</i>	0 (0)	0 (50)	25 (0)	6 (0)	19 (0)	19 (50)	0 (0)	31 (0)
9	<i>Blakea maurofermandeziana</i>	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	17 (0)	0 (0)
10	<i>Callicarpa acuminata</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
11	<i>Calophyllum brasiliense</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
12	<i>Carapa guianensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
13	<i>Casearia sylvestris</i>	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	6 (0)
14	<i>Cecropia insignis</i>	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
15	<i>Cecropia obtusifolia</i>	75 (0)	0 (0)	138 (0)	131 (200)	31 (0)	88 (0)	117 (0)	44 (0)
16	<i>Ceiba pentandra</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
17	<i>Celtis schippii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)
18	<i>Cespedesia spathulata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
19	<i>Cestrum microcalyx</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
20	<i>Cestrum racemosum</i>	38 (0)	13 (0)	6 (0)	88 (100)	0 (0)	6 (150)	0 (0)	6 (0)
21	<i>Chimarrhis parviflora</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
22	<i>Clarisia biflora</i>	0 (0)	75 (350)	0 (0)	0 (0)	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
23	<i>Clethra costaricensis</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	108 (0)	6 (0)
24	<i>Clusia gracilis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19 (0)
25	<i>Coccoloba tuerckheimii</i>	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
26	<i>Colubrina spinosa</i>	0 (0)	88 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
27	<i>Conceveiba pleiostemona</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
28	<i>Conostegia rufescens</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
29	<i>Conostegia xalapensis</i>	63 (0)	6 (0)	88 (50)	50 (150)	50 (50)	13 (150)	592 (333)	44 (0)
30	<i>Cordia alliodora</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	25 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (68)	19 (0)
31	<i>Cordia croatii</i>	13 (0)	0 (0)	13 (0)	13 (0)	19 (0)	6 (0)	17 (0)	6 (0)
32	<i>Cornutia pyramidata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
33	<i>Coussapoa villosa</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
34	<i>Croton schiedeanus</i>	0 (0)	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
35	<i>Cupania glabra</i>	19 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (100)
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	38 (0)	56 (0)	19 (0)	19 (0)	19 (0)	38 (0)	75 (0)	94 (0)
37	<i>Diphysa americana</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
38	<i>Dussia macrophyllata</i>	0 (0)	19 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
39	<i>Dussia martinicensis</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
40	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0 (0)	6 (0)	13 (0)	50 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	13 (0)
41	<i>Erythrina costaricensis</i>	0 (0)	0 (50)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
42	<i>Erythrina fusca</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
43	<i>Erythrina poeppigiana</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
44	<i>Faramea occidentalis</i>	0 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
45	<i>Ficus colubrinae</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
46	<i>Ficus costaricana</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
47	<i>Ficus pertusa</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
48	<i>Ficus tonduzii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	6 (0)	33 (0)	0 (0)

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
49	<i>Geonoma interrupta</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
50	<i>Gliricidia sepium</i>	0 (0)	0 (0)	44 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (0)
51	<i>Gmelina arborea</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	200 (0)	769 (50)	575 (50)	0 (0)	0 (0)
52	<i>Guarea rhopalocarpa</i>	6 (100)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)
53	<i>Guatteria recurvisepala</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
54	<i>Guazuma ulmifolia</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (0)	0 (0)	19 (0)	0 (0)	6 (0)
55	<i>Hampea appendiculata</i>	138 (0)	163 (0)	356 (100)	412 (550)	306 (200)	344 (50)	133 (0)	100 (50)
56	<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	44 (0)	0 (0)	56 (100)
57	<i>Heliconia pogonantha</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
58	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	13 (0)	6 (0)	31 (0)	63 (0)	0 (0)	13 (0)	50 (0)	0 (0)
59	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
60	<i>Ilex skutchii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
61	<i>Inga alba</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
62	<i>Inga chocoensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
63	<i>Inga densiflora</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
64	<i>Inga multiflora</i>	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
65	<i>Inga oerstediana</i>	19 (0)	13 (0)	13 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	17(0)	0 (0)
66	<i>Inga sapindoides</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (100)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
67	<i>Inga sertulifera</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	19 (0)
68	<i>Jacaratia dolichaula</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (68)	0 (0)
69	<i>Jacaratia spinosa</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
70	<i>Koanophyllon hylonomum</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
71	<i>Lacistema aggregatum</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
72	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	31 (0)

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
73	<i>Lonchocarpus heptaphyllus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	12 (50)	0 (0)	6(0)
74	<i>Lonchocarpus macrophyllus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	33 (0)	0 (0)
75	<i>Lonchocarpus oliganthus</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
76	<i>Lycianthes heteroclita</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
77	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
78	<i>Meliosma glabrata</i>	0 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
79	<i>Miconia neomicrantha</i>	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (68)	0 (0)
80	<i>Mollinedia pinchotiana</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (250)
81	<i>Mortoniendron costaricense</i>	0 (50)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	25 (0)	0 (0)	0 (0)
82	<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (0)
83	<i>Musa textilis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)
84	<i>Myrcia splendens</i>	0 (50)	44 (150)	0 (150)	19 (50)	13 (0)	100 (50)	0 (0)	106 (300)
85	<i>Myriocarpa longipes</i>	6 (50)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
86	<i>Nectandra membranacea</i>	0 (0)	12 (200)	238 (250)	44 (150)	169 (50)	138 (100)	17 (133)	125 (0)
87	<i>Nectandra purpurea</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	17 (68)	0 (0)
88	<i>Ocotea mollifolia</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	25 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
89	<i>Ocotea nicaraguensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)
90	<i>Ocotea puberula</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
91	<i>Ocotea sp.</i>	25 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
92	<i>Ocotea tenera</i>	50 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
93	<i>Oreopanax capitatus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
94	<i>Ormosia intermedia</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
95	<i>Otoba novogranatensis</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
96	<i>Pachira aquatica</i>	6 (0)	0 (0)	6 (0)	13 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
97	<i>Paragonia pyramidata</i>	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
98	<i>Parathesis trychogyne</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (67)	0 (0)
99	<i>Perebea hispidula</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
100	<i>Perrotettia longistylis</i>	25 (0)	25 (50)	31 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
101	<i>Persea americana</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
102	<i>Persea povedae</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (50)	0 (0)	0 (0)
103	<i>Peschiera arborea</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
104	<i>Piper auritum</i>	0 (50)	6 (0)	0 (0)	6 (50)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
105	<i>Piper colubrinum</i>	0 (50)	0 (0)	0 (0)	6 (50)	19 (50)	0 (100)	0 (0)	69 (300)
106	<i>Pouroma bicolor</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
107	<i>Pouteria izabalensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
108	<i>Pouteria reticulata</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
109	<i>Pouteria torta</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
110	<i>Pouteria viridis</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
111	<i>Prestoea decurrens</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
112	<i>Protium confusum</i>	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
113	<i>Psidium guajava</i>	0 (0)	0 (0)	19 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	69 (0)
114	<i>Psychotria luxurians</i>	38 (100)	13 (50)	25 (250)	163 (150)	44 (50)	38 (100)	42 (68)	63 (150)
115	<i>Psychotria nigrescens</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)
116	<i>Pterocarpus officinalis</i>	38 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
117	<i>Renealmia alpina</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (250)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)
118	<i>Rinorea deflexiflora</i>	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
119	<i>Sapium glandulosum</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	19 (150)	6 (0)	13 (0)	50 (0)	13 (0)
120	<i>Senna papillosa</i>	13 (150)	0 (0)	194 (400)	19 (150)	19 (50)	19 (50)	17 (0)	0 (0)
121	<i>Simarouba amara</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	31 (0)	0 (0)	25 (0)
122	<i>Siparuna thecaphora</i>	25 (50)	13 (0)	0 (50)	0 (400)	13 (100)	6 (0)	0 (0)	13 (1000)
123	<i>Solanum celsum</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
124	<i>Solanum rovirosanum</i>	0 (0)	0 (0)	0 (100)	0 (50)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	6 (0)

Estrategias de restauración activa en áreas de potrero del Corredor Biológico Rincón-Cacao, Costa Rica:  
estado de la biodiversidad vegetal 20 años después de su implementación

No.	Especie	Tratamientos							
		BM1	BM2	IC96	IC97	PM99	PM00	BJ1	BJ2
125	<i>Staphylea occidentalis</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
126	<i>Stemmadenia robinsonii</i>	19 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
127	<i>Swartzia cubensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (150)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
128	<i>Sterculia recordiana</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
129	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
130	<i>Swartzia cubensis</i>	0 (0)	13 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
131	<i>Symphonia globulifera</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
132	<i>Synechanthus warscewiczianus</i>	0 (150)	0 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (50)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
133	<i>Talauma gloriensis</i>	6 (0)	6 (0)	0 (0)	6 (0)	13 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)
134	<i>Tapirira guianensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (0)	0 (0)
135	<i>Tapirira mexicana</i>	6 (0)	0 (0)	38 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
136	<i>Terminalia bucidoides</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (50)	13 (0)	0 (0)	0 (0)
137	<i>Trichospermum grewiifolium</i>	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
138	<i>Trophis involucrata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
139	<i>Virola koschnyi</i>	6 (50)	50 (50)	0 (0)	0 (0)	31 (100)	6 (0)	8 (0)	19 (0)
140	<i>Vismia baccifera</i>	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
141	<i>Vismia ferruginea</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)
142	<i>Vitex cooperi</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
143	<i>Zanthoxylum panamense</i>	25 (0)	6 (0)	6 (0)	0 (0)	6 (0)	0 (50)	8 (0)	69 (0)
<b>Total</b>		<b>732 (1550)</b>	<b>620 (1150)</b>	<b>470 (1550)</b>	<b>582 (2600)</b>	<b>263 (1150)</b>	<b>394 (1100)</b>	<b>831 (1134)</b>	<b>770 (2400)</b>

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).



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

ISBN: 978-9977-57-758-6

