



Comparación de métodos de evaluación de efectividad de iniciativas subnacionales REDD+

Astrid B. Bos
Amy E. Duchelle
Arild Angelsen
Valerio Avitabile

Veronique De Sy
Martin Herold
Shijo Joseph
Claudio de Sassi

Erin O. Sills
William D. Sunderlin
Sven Wunder



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



PROGRAMA DE
INVESTIGACIÓN SOBRE
Bosques, Árboles y
Agroforestería

Comparación de métodos de evaluación de efectividad de iniciativas subnacionales REDD+

Astrid B. Bos

Universidad de Wageningen e Investigación

Amy E. Duchelle

Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

Arild Angelsen

Universidad Noruega de Ciencias de la Vida

Valerio Avitabile

Universidad de Wageningen e Investigación

Veronique De Sy

Universidad de Wageningen e Investigación

Martin Herold

Universidad de Wageningen e Investigación

Shijo Joseph

Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

Claudio de Sassi

Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

Erin O. Sills

Universidad de Carolina del Norte

William D. Sunderlin

Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

Sven Wunder

Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

Documentos Ocasionales 172

© 2017 Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)



Los contenidos de esta publicación están bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISBN 978-602-387-057-8

DOI: 10.17528/cifor/006603

Bos AB, Duchelle AE, Angelsen A, Avitabile V, De Sy V, Herold M, Joseph S, de Sassi C, O Sills E, Sunderlin WD y Wunder S. 2017. *Comparación de métodos de evaluación de efectividad de iniciativas subnacionales REDD+*. Documentos Ocasionales 172. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Traducción de: Bos AB, Duchelle AE, Angelsen A, Avitabile V, De Sy V, Herold M, Joseph S, de Sassi C, O Sills E, Sunderlin WD and Wunder S. 2017. Comparing methods for assessing the effectiveness of subnational REDD+ initiatives. *Environmental Research Letters* 12(7) 074007.

Foto de portada por Nanang Sujana/CIFOR

Bosque de turberas en una concesión de RMU, Katingan, Kalimantan Central, Indonesia.

CIFOR
Jl. CIFOR, Situ Gede
Bogor Barat 16115
Indonesia

T +62 (251) 8622-622
F +62 (251) 8622-100
E cifor@cgiar.org

cifor.org

Quisiéramos agradecer a todos los socios financieros que apoyaron esta investigación a través de sus contribuciones al Fondo de CGIAR. Para ver la lista de donantes del Fondo, visite: <http://www.cgiar.org/about-us/our-funders/>

Cualquier opinión vertida en este documento es de los autores. No refleja necesariamente las opiniones de CIFOR, de las instituciones para las que los autores trabajan o de los financiadores.

Contenido

Agradecimientos	v
1 Introducción	1
2 Metodología	3
2.1 Área de estudio	3
2.2 Información de cobertura forestal	3
2.3 Marco de la evaluación de desempeño	4
2.4 Niveles de análisis: iniciativa y poblados	5
3 Resultados	7
3.1 Resultados generales	7
3.2 Puntajes individuales de BA y BACI	8
4 Discusión	12
5 Conclusión	15
Referencias	16
Apéndices	18
A Definición de los límites del poblado	18
B Versión ampliada de los resultados generales	19
C Clasificación de puntajes BA y BACI solo para sitios intensivos	20
D Resultados de las pruebas para detectar sesgos	21

Lista de figuras y tablas

Figuras

1	Iniciativas incluidas en el Estudio Comparativo Global de REDD+.	3
2	Marco teórico para la comparación de métodos de evaluación de desempeño (BA y BACI) a meso- y micronivel.	4
3	Árbol de decisiones para la selección de unidades de control a mesonivel (sección izquierda) y micronivel (sección derecha).	5
4	Clasificación de los puntajes BA y BACI por nivel de análisis; n es el número de iniciativas.	8
5	Tasas de deforestación anuales (%) en los periodos <i>antes</i> y <i>después</i> para las áreas bajo intervención (a) y de control (b) de una iniciativa en Brasil; n es el número de años por periodo.	9
6	Tasas de deforestación anuales (%) en los periodos <i>antes</i> y <i>después</i> para las áreas bajo intervención (a) y de control (b) para una iniciativa en Brasil, en donde n es el número de años por periodo.	10
C1	Clasificación de puntajes BA y BACI con igual tamaño de muestra para ambos niveles	20

Tablas

1	Resumen de valores estadísticos.	7
2	Ocurrencias de factores que afectan los puntajes BA y BACI por nivel de análisis.	9
3	Evaluación de la solidez de los puntajes BA y BACI ante la influencia de un año pico.	10
4	Principales ventajas (+) y desventajas (-) de los enfoques de evaluación BA frente a BACI, y del uso de niveles de agregación meso frente a micro.	12
B1	Resultados generales (versión ampliada).	19
D1	Resultados de las pruebas para detectar sesgos.	21

Agradecimientos

Esta investigación forma parte del Estudio Comparativo Global (GCS) sobre REDD+ del Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) (www.cifor.org/gcs), que cuenta con financiamiento de la Iniciativa Internacional Alemana sobre el Clima, la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo, el Departamento Australiano de Asuntos Exteriores y Comercio, la Comisión Europea (CE), el Departamento para el Desarrollo Internacional

del Gobierno del Reino Unido, y el Programa de Investigación del CGIAR sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (FTA).

Queremos agradecer a todos los investigadores y socios de CIFOR que ayudaron a definir, medir y compilar datos de límites de poblados e iniciativas. Agradecemos a Louis Verchot por sus estimulantes discusiones a lo largo del proceso y a dos revisores anónimos por sus útiles comentarios.

1 Introducción

La reducción de emisiones provenientes de la deforestación y degradación forestal y mejora de las reservas de carbono (REDD+) ha surgido como una estrategia clave de mitigación del cambio climático dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). A través del Acuerdo de París, se reconfirmó la necesidad de apoyar e implementar REDD+ y se enfatizó el papel de los bosques como sumideros de carbono (UNFCCC 2015). Hasta ahora, aproximadamente 40¹ países hacen mención ya sea a REDD+ o a los bosques como parte de su estrategia de mitigación en sus Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (CDN). Esta importancia hace que sean fundamentales el monitoreo y la evaluación de la efectividad de REDD+ en cuanto al carbono.

La Medición, el Reporte y la Verificación (MRV) de las reservas y emisiones de carbono es una parte crucial de los esquemas REDD+ nacionales (Herold y Skutsch 2009; UNFCCC 2015). Las emisiones de carbono se calculan multiplicando los datos de actividad —cambios en el área de uso/cobertura de la tierra debidos a actividad humana— por su factor de emisión correspondiente (Verchot et al. 2012). Aunque los sistemas nacionales de monitoreo forestal han mostrado avances, p. ej. PRODES del Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil (INPE), las capacidades para el desarrollo y operacionalización de estos sistemas de MRV varían ampliamente entre países (Romijn et al. 2015). En la última década, las innovaciones técnicas en teledetección y en técnicas de monitoreo forestal relevantes han dado como resultado una gran cantidad de conjuntos de datos nacionales y mundiales con niveles cada vez mayores de cobertura, detalle (espacial y temporal)

y precisión. Los ejemplos incluyen el conjunto de datos de Global Forest Change 2000-2014 basados en Landsat (Hansen et al. 2013), los conjuntos de datos mundiales de biomasa pantropical (Baccini et al. 2012; Saatchi et al. 2011; Avitabile et al. 2016) y los mapas nacionales de carbono que emplean LiDAR (Asner et al. 2013).

Entre tanto, a nivel subnacional, cientos de proyectos y programas REDD+ son liderados por una diversidad de actores que incluyen organizaciones privadas sin fines de lucro, empresas con fines de lucro y organismos gubernamentales (Simonet et al. 2015). Los implementadores de estas iniciativas están aplicando una variedad de intervenciones REDD+ que van desde medidas habilitantes (como la clarificación de la tenencia) hasta medidas de mando y control (desincentivos) y pagos directos y mejora de medios de vida (incentivos). Aunque el desarrollo de sistemas basados en información facilita el monitoreo forestal y de carbono, todavía no está claro cómo alinear la información sobre el desempeño subnacional con el reporte de las CDN a nivel nacional. Los implementadores de varias de estas iniciativas REDD+ de nivel subnacional afirman que la “integración vertical o anidamiento de los sistemas de MRV es importante, pero ha sido esquivada” (Ravikumar et al. 2015, 919).

Cualquier evaluación de efectividad requiere la comparación de un resultado observado con uno hipotético contrafáctico (el escenario habitual, una línea de base o un nivel de referencia). Frente a los contextos dinámicos mundiales (p. ej., precios de bienes), nacionales (p. ej., políticas macroeconómicas) y locales (p. ej., construcción de nuevas vías), las simples evaluaciones retrospectivas de niveles de referencia “antes y después” (BA) fallan en la atribución adecuada de factores de cambio, y en consecuencia calculan mal los impactos de las intervenciones REDD+. Establecer un contrafáctico que discrimine estos efectos

1 Registro de CDN de la CMNUCC: <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/Pages/All.aspx>, 5 de diciembre de 2016.

confusos es la clave para evaluar los verdaderos impactos de las políticas. El enfoque del método de evaluación cuasiexperimental Antes-Después-Control-Intervención, o de diferencias en diferencias (DED), busca controlar estos cambios contextuales. Se aplica en estudios ecológicos para evaluar el efecto de un estrés o tratamiento en una determinada población (Smith 2002), y en econometría y ciencias sociales para la evaluación de programas (p. ej., Imbens y Wooldridge 2009; Jagger et al. 2010). La unidad de interés se mide en (un mínimo de) dos puntos en el tiempo (antes y después del tratamiento) y en (por lo menos) dos lugares diferentes, esto es, un área sujeta al “tratamiento” (área de intervención) y un área no intervenida (área de control), para identificar cambios adicionales. El enfoque BA corresponde al uso de un nivel de referencia convencional, esto es, el promedio histórico de deforestación (p. ej., en los últimos diez años). Por lo tanto, a diferencia

del enfoque BACI, no considera cambios en los impulsores durante el periodo de intervención. Este documento explora la aplicación de ambos métodos para medir el desempeño de iniciativas REDD+ subnacionales. El propósito de esta comparación es aumentar nuestro entendimiento de aquellas condiciones bajo las cuales el enfoque BACI, más complejo y costoso, es esencial, y aquellas condiciones bajo las cuales el enfoque BA sería aceptable.

Para ello, (1) desarrollamos un método BACI para evaluar la efectividad de estas iniciativas REDD+; (2) comparamos los resultados de escalas meso (iniciativa) y micro (poblado); y (3) comparamos los resultados BACI con los resultados BA. Nos concentramos en comparar los resultados de diferentes métodos y escalas, en lugar de explicar puntajes individuales de desempeño de iniciativas REDD+.

2 Metodología

2.1 Área de estudio

Nuestro estudio incluye 23 iniciativas REDD+ subnacionales en Brasil, Perú, Camerún, Tanzania, Indonesia y Vietnam incluidas en el Estudio Comparativo Global (GCS por sus siglas en inglés) de CIFOR (Figura 1). Estas iniciativas difieren mucho en términos de tipo de proponente (gobierno, ONG, sector privado), tamaño (desde 28 km² hasta casi 160.000 km²), contexto ambiental (desde bosques lluviosos primarios hasta bosques secos de tipo miombo) e intervenciones aplicadas (Sills et al. 2014). Aunque las intervenciones específicas difieren entre sitios, la mayoría de los proponentes emplean combinaciones adaptadas a medida, de medidas habilitantes, desincentivos e incentivos para reducir la deforestación y degradación (Duchelle et al. 2017).

2.2 Información de cobertura forestal

Empleamos información de Global Forest Change (versión 1.2), la cual se basa en el análisis de una serie temporal de imágenes de satélite Landsat, que muestra la densidad de la cobertura forestal en el año 2000 y la pérdida anual de cobertura forestal entre 2001 y 2014 (Hansen et al. 2013). Hay quienes han cuestionado la precisión a nivel

local de este conjunto de datos mundial (Bellot et al. 2014), que puede llegar a sobre- o subestimar de varias formas el área absoluta de cobertura forestal y el cambio forestal a lo largo del planeta. Sin embargo, actualmente es la única fuente de datos anuales de cobertura forestal mundial en resolución media (Landsat 30 m). Además, con el propósito de comparar entre sitios y países, solo presentamos las tendencias relativas de cambio de cobertura forestal y no pretendemos contar con cifras de deforestación en términos absolutos (p. ej., hectáreas de bosque convertido en otro uso del suelo). Eso significa que, en nuestro análisis, empleamos la información para comparar las tendencias dentro de una misma región (es decir, comparación de poblados dentro y fuera de áreas de intervención, y comparación de áreas de intervención con la jurisdicción circundante). Por lo tanto, solo comparamos áreas que deberían estar sujetas a las mismas tendencias hacia una sub- o sobreestimación de la deforestación, eliminando de esa manera el sesgo de la comparación.

La pérdida de cobertura forestal se emplea como una medida de las emisiones provenientes de la deforestación. En este punto, no consideramos emisiones de carbono (es decir, factores de emisión). Por lo tanto, asumimos de manera implícita que las emisiones son impulsadas principalmente por datos de actividad. Definimos



Figura 1. Iniciativas incluidas en el Estudio Comparativo Global de REDD+.

los bosques como áreas con >10% de cobertura forestal, conforme a la definición de la FAO (2000). En consecuencia, generamos una capa a partir de la capa de *cobertura forestal en 2000* de los datos de Hansen. La pérdida forestal se define como cambios en la cobertura forestal de >10% en 2000 a ~0% (véase el material complementario en Hansen et al. 2013) en cualquier año siguiente. Las áreas de pérdida forestal y, en consecuencia, la pérdida forestal anual como un porcentaje de la cobertura forestal inicial, se calcularon con la función *área()* del paquete Raster en R (Hijmans 2016).

2.3 Marco de la evaluación de desempeño

En los dos enfoques, agrupamos datos de series temporales de pérdida de cobertura forestal en dos periodos (antes y después) (Figura 2). Para comparar enfoques de evaluación, aplicamos simultáneamente los enfoques BA y BACI. Hicimos los cálculos correspondientes a cada enfoque de los puntajes relativos de desempeño para permitir la comparación entre sitios y países.

Las fechas de inicio de las iniciativas REDD+ varían, desde 2006 hasta 2013 (Sills et al. 2014, Apéndice 6²), por lo tanto el número de años en el periodo *después* varía desde 2 hasta 9 (véase la Tabla 1). El puntaje α de BA se calculó de la siguiente manera:

$$\text{puntaje AD } \alpha = \bar{x}_{AI} - \bar{x}_{BI} \tag{1}$$

$$\text{con } \bar{x}_{AI} = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^{n_a} x_i \text{ y } \bar{x}_{BI} = \frac{1}{n_b} \sum_{i=1}^{n_b} x_i$$

Donde: \bar{x}_{AI} representa la tasa de deforestación promedio anual en el área de intervención en el periodo que empieza con el inicio de la intervención, como un porcentaje del área forestal total en el año 2000; \bar{x}_{BI} representa la tasa de deforestación promedio anual en el área de intervención en el periodo que va desde el inicio de las mediciones (en este caso, el año 2001) hasta el comienzo de la intervención; y n_a y n_b son el número de años en los periodos *después* y *antes*, respectivamente. Así, un puntaje BA de -2 significa que la tasa de deforestación promedio anual en el área de intervención disminuyó en 2% en comparación con los años previos a la intervención.

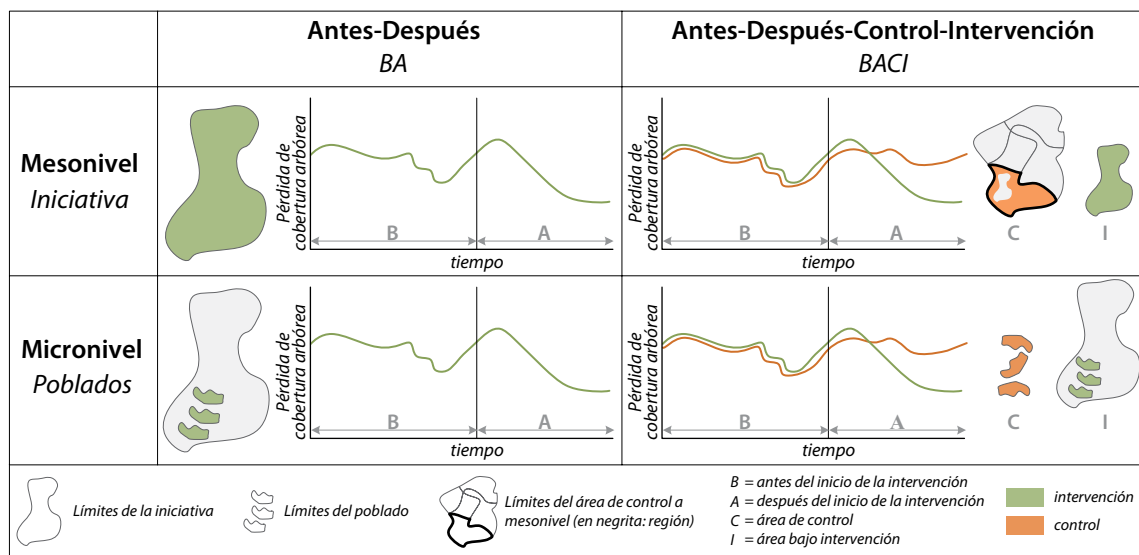


Figura 2. Marco teórico para la comparación de métodos de evaluación de desempeño (BA y BACI) a meso- y micronivel.

Note: Las tendencias homogéneas del periodo *antes*, como las que se presentan en la Figura 2, muestran la situación ideal.

2 Los años de inicio de Bolsa Floresta, Camerún Sudoriental y KCCP son ligeramente anteriores a los reportados en el Apéndice 6 de Sills et al. (2014) debido a actividades precedentes a la fecha oficial de inicio de la iniciativa REDD+.

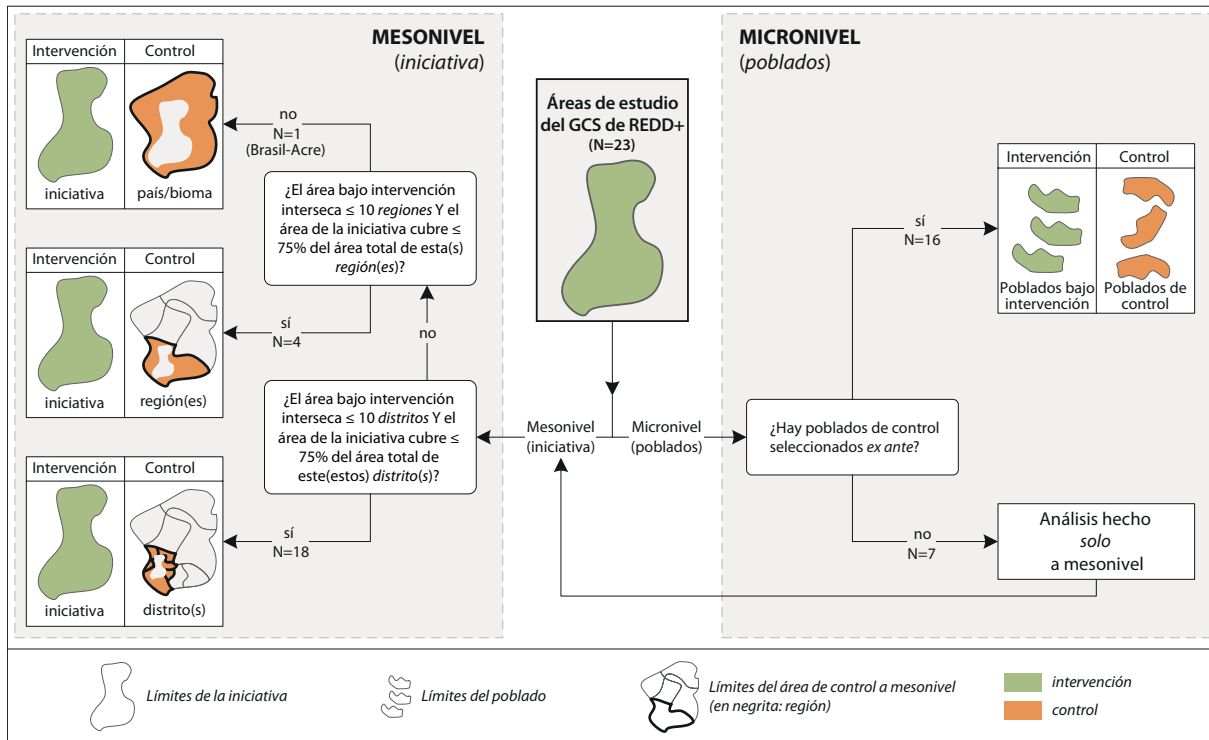


Figura 3. Árbol de decisiones para la selección de unidades de control a mesonivel (sección izquierda) y micronivel (sección derecha).

Al incluir áreas de control en la evaluación, el puntaje β de BACI se calculó de la siguiente manera:

$$\text{puntaje AD } \beta = (\bar{x}_{AI} - \bar{x}_{BI}) - (\bar{x}_{AC} - \bar{x}_{BC}) \quad (2)$$

$$\text{con } \bar{x}_{AI} = \frac{1}{n_a} \sum_{i=1}^{n_a} x_i, \dots \text{etc.}$$

Donde \bar{x}_{AC} y \bar{x}_{BC} representan las tasas de deforestación promedio anual en áreas de control en los períodos *después* y *antes*, respectivamente. Por lo tanto, β indica el puntaje de desempeño en el área de intervención en comparación con su área de control. Un valor β *negativo* indica una mayor reducción o menor incremento de deforestación en el área intervenida respecto al área de control, y por lo tanto un impacto *positivo* de REDD+. Calculamos los puntajes β BACI a meso- y micronivel (véanse la sección siguiente y la Figura 3).

2.4 Niveles de análisis: iniciativa y poblados

Para evaluar con éxito los impactos de REDD+, es necesaria la integración entre escalas (De Sassi et al. 2015). Empleamos dos unidades de análisis para el área de intervención: límites de la iniciativa (mesonivel) y límites de los poblados bajo

intervención (micronivel), pues no todos los poblados dentro de cualquier área de iniciativa estuvieron sujetos al mismo tipo de intervención, y por tanto no fueron “tratados” con la misma intensidad por los implementadores. Para el análisis a mesonivel, empleamos los límites del sitio de las 23 iniciativas REDD+ de la muestra. Nuestras unidades de control varían dependiendo del tamaño de la iniciativa. Por lo general, consisten del nivel jurisdiccional inmediatamente superior (sección izquierda en la Figura 3), es decir, distrito (18 casos para los proyectos REDD+ más pequeños), región (cuatro casos para iniciativas a nivel de distrito y proyectos REDD+ más grandes) o bioma (un programa de jurisdicción a nivel de estado en la Amazonia de Brasil)³.

3 En 17 casos, los distritos que se intersecan se emplearon como unidad de control. Los distritos son definidos como el nivel jurisdiccional inferior al de región, el cual es denominado *municipalidad* en Brasil; *distrito* en Perú, Tanzania y Vietnam; *departamento* en Camerún; y *regencia* en Indonesia. En cinco casos, la región que se superpone con la iniciativa fue usada como unidad de control. Las regiones son definidas como el nivel jurisdiccional inmediatamente inferior al de país, el cual es denominado *estado*, *departamento* y *provincia*, en Brasil, Perú e Indonesia, respectivamente. En el caso del Sistema de Incentivos para Servicios Ambientales del estado de Acre en Brasil, que es la iniciativa más grande de nuestra muestra, se empleó como unidad de control el área del bioma de la Amazonia brasileña.

Para el análisis a micronivel (sección derecha de la Figura 3), nos centramos en 16 de las 23 iniciativas REDD+, conocidas como “sitios intensivos” en el GCS, en donde se seleccionaron poblados de control representativos sobre la base de registros similares de cobertura forestal, presiones de deforestación, acceso al mercado y factores socioeconómicos provenientes de una evaluación rápida rural *ex ante* (Sunderlin et al. 2016). Por lo tanto, para los 7 sitios sin sus respectivos poblados de control similares, realizamos un análisis BA y BACI solo a mesonivel.

Los límites del poblado se explicitaron espacialmente para reflejar el área influenciada por los pobladores. Dado que el concepto de “poblado” varía en cada país, y que en algunas ocasiones los datos de límites del poblado no estaban disponibles, los límites espaciales se compilaron para reflejar adecuadamente las condiciones locales. Estos límites fueron los estipulados por el Gobierno, determinados por proponentes de REDD+, georreferenciados por investigadores de campo, u obtenidos delimitando una zona de influencia mediante puntos de hogares (Apéndice A).

3 Resultados

3.1 Resultados generales

La Tabla 1⁴ muestra el resumen estadístico de las principales variables introducidas en la sección 2.3.

Los resultados de puntajes de desempeño α BA y β BACI se agruparon en las categorías *bueno*, *neutro* y *malo*⁵, en las que un puntaje bueno significa una reducción relativa de pérdida de cobertura forestal a lo largo del tiempo (BA, BACI) y/o comparada con el área de control (BACI) (Figura 4).

Primero, comparamos los resultados de los dos niveles de agregación. A mesonivel (iniciativa), la puntuación media de los dos enfoques (BA y BACI) es cercana a cero (Tabla 1), lo que significa

que no hay un cambio sustancial en las tasas de deforestación en los dos periodos a lo largo de la muestra como un todo. A micronivel (poblado), sin embargo, los puntajes son típicamente *más bajos* al compararlos con los resultados del mesonivel (es decir, *mejores* puntajes en términos de tasas de reducción de deforestación)⁶. Por lo tanto, aparentemente las intervenciones tuvieron menor impacto a mayor nivel de agregación. Estos resultados pueden deberse a las intervenciones orientadas solo a unos poblados (incluidos los analizados en este estudio) dentro del sitio o a la fuga, de dentro del sitio, de poblados bajo tratamiento hacia poblados sin tratamiento, lo cual puede disminuir los puntajes del mesonivel.

Tabla 1. Resumen de los valores estadísticos.

nivel	variable	Explicación	n	mín	máx	media	mediana
ambos	año de inicio	año en que comienza la iniciativa	23	2006	2013	2009	2009
ambos	n_a	años en el periodo <i>después</i>	23	2	9	6	6
ambos	n_b	años en el periodo <i>antes</i>	23	5	12	8	8
meso	α	puntaje BA (en el área de la iniciativa)	23	-0,903	0,588	0,043	0,083
meso	β	puntaje BACI	23	-1,184	0,315	-0,085	0,002
micro	α	puntaje BA (en poblados bajo intervención)	16	-2,139	0,669	-0,271	0,048
micro	β	puntaje BACI	16	-2,277	2,827	-0,449	-0,466

4 Véase la Tabla B1 del Apéndice para una versión ampliada del resumen de los valores estadísticos.

5 Al agrupar los puntajes, se emplearon los siguientes límites: bueno $\leq 0,1$; 0,1 > neutro < 0,1; y malo $\geq 0,1$. Probamos diferentes puntajes de corte, desde (-)0,05 hasta (-)0,5, los cuales llevaron por igual a conclusiones similares; de tal forma, con fines ilustrativos, decidimos emplear el puntaje de 0,1. Los puntajes cercanos a cero tienen mayor probabilidad de estar influidos por incertidumbres de la información que por una clara dirección del desempeño.

6 Estos resultados no están influenciados por la diferencia en el tamaño de muestra entre los meso- y microniveles (Figura C1 del Apéndice).

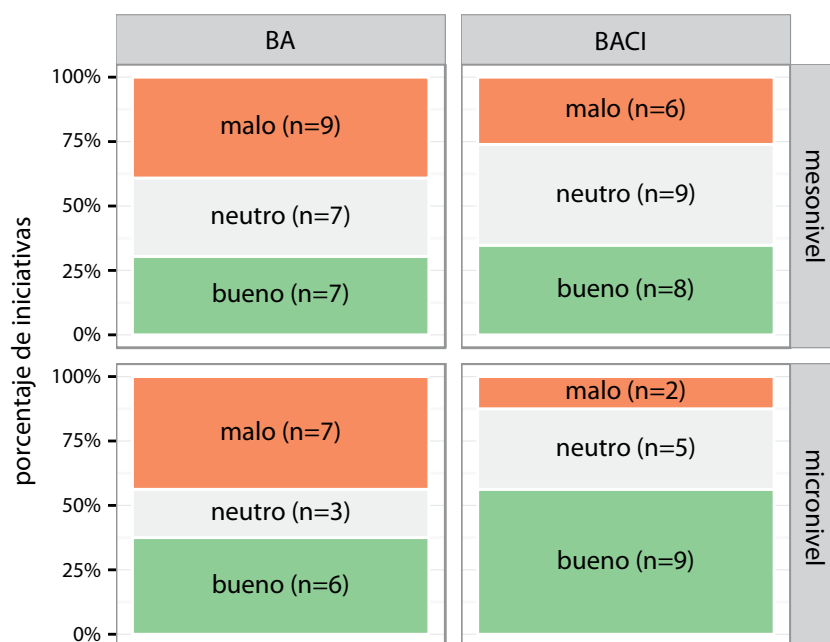


Figura 4. Clasificación de los puntajes BA y BACI por nivel de análisis; n es el número de iniciativas.

Segundo, comparamos los dos métodos de evaluación. Los puntajes BA (α) varían desde 2,139 (buen desempeño) hasta 0,669 (malo) y los puntajes (β) BACI varían desde 2,277 (bueno) hasta 2,827 (malo). Los puntajes BACI son típicamente *más bajos* que los puntajes de BA tanto en el meso como en el micronivel. Por lo tanto, las áreas de intervención tienden a superar a las áreas de control, independientemente de la tendencia general en las tasas de deforestación anual a lo largo del tiempo. Sin embargo, la microdeforestación promedio disminuye más en áreas de intervención que en áreas de control (media de -0,466 para BACI), indicando una pequeña mejora del desempeño de REDD+ a bajos niveles de agregación. A su vez, la mayoría de los buenos puntajes BACI a mesoniveles representan casos de tendencias de incremento de deforestación, aunque estos incrementos por lo general fueron más bajos que en las áreas control.

3.2 Puntajes individuales de BA y BACI

Con el fin de entender mejor las diferencias metodológicas, en esta sección examinamos escenarios específicos. En la Tabla 2 se muestran las ocurrencias de factores predominantes que afectan los puntajes BA y BACI, que se explican en detalle más adelante.

3.2.1 Sesgo en el periodo *antes*

Para atribuir con seguridad cambios (o ausencia de ellos) a las actividades REDD+ durante el periodo *después*, los patrones de pérdida de cobertura forestal para las áreas de intervención y de control deberían haber sido similares en el periodo *antes* (Figura 2). Sin embargo, dos pruebas t demuestran que en cinco casos de mesonivel, y en dos sitios en ambos niveles, diferencias significativas en el periodo *antes* influyeron en los puntajes BACI resultantes (Tabla D1). Uno de estos casos se muestra en la Figura 5, donde en el periodo *antes* de un mesonivel, las tasas de deforestación en el área de intervención excedieron a aquellas en los correspondientes distritos de control.

3.2.2 Baja deforestación absoluta

Para cuatro casos de mesonivel, tres casos de micronivel y cinco sitios en ambos niveles, la deforestación media anual fue menor de 100 ha en términos absolutos. Aquí, las pequeñas desviaciones en la deforestación año a año pueden explicar los puntajes tanto de BA como de BACI. Además, muchos de estos casos corresponden a cambios en mapas forestales en donde las manchas de pérdida de cobertura forestal pueden reflejar degradación, efectos del clima o errores en la fuente de los datos. Por lo tanto, debemos ser cautos para extraer conclusiones a partir de los puntajes

Tabla 2. Ocurrencias de factores que afectan los puntajes BA y BACI por nivel de análisis.

Nivel	N casos ^a	Sesgo en el periodo <i>antes</i> ^b	Baja deforestación absoluta ^a	Años pico ^a	Área de control con puntajes superiores ^b	Desempeño comparativo claro ^a
Meso	23	7	9	16	1	5
Micro	16	2	8	13	1	1

a Relevante tanto para BA como para BACI.

b Relevante solo para BACI.

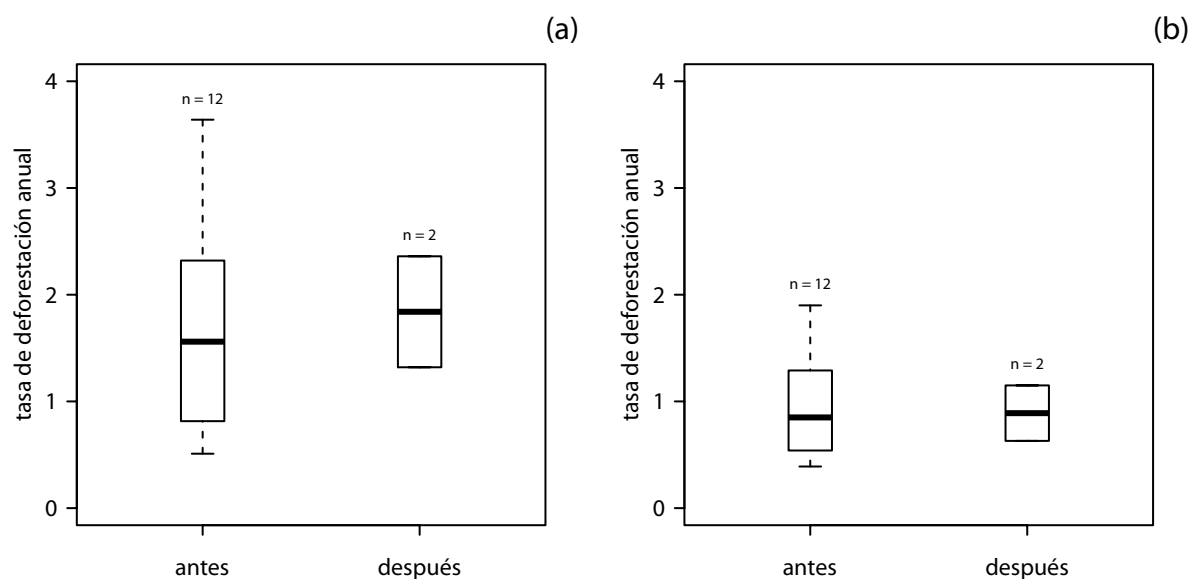


Figura 5. Tasas de deforestación anuales (%) en los periodos *antes* y *después* para las áreas bajo intervención (a) y de control (b) de una iniciativa en Brasil; *n* es el número de años por periodo.

Los extremos superiores e inferiores de los bigotes de la gráfica representan $Q3+1,5*IQR$ y $Q1-1,5*IQR$ respectivamente, en donde $IQR=Q3-Q1$.

correspondientes, que podrían estar determinados más por incertidumbre en los datos de cobertura forestal que por cambios reales en las dinámicas de deforestación.

3.2.3 Año pico

Los años con una pérdida de cobertura forestal particularmente alta (para áreas de intervención o de control, *antes* o *después*) pueden influir fuertemente en los puntajes de nuestra variable de estudio de deforestación *media* anual tanto para BA como para BACI.

Un pico se define como una observación por encima del cuartil superior. Un pico posintervención puede indicar fallas en abordar el(los) gran(des) impulsor(es) de la deforestación, pero también podría tener causas naturales. Un pico en el área de control en el periodo *antes* y un

pico en el área de intervención en el periodo *después* (y *viceversa*) pueden anularse entre sí cuando tienen la misma magnitud. Solo siete casos de mesonivel y tres casos de micronivel no mostraron picos ni en las áreas de intervención ni en las de control en el periodo 2001-2014. Comprobamos la solidez de los puntajes BA y BACI recalculando los puntajes sin años pico y registramos los cambios de una categoría (buena o mala) a la opuesta (Tabla 3, en negrita). La mayoría de los puntajes no cambian de categoría (números en gris). En un caso (el enfoque de mesonivel BACI), el puntaje de desempeño cambiaría de bueno a malo si se excluyeran del análisis los años pico.

3.2.4 El área de control supera al área de intervención

Con el método BACI, solo se puede lograr un buen desempeño de REDD+ si la deforestación se reduce

Tabla 3. Evaluación de la solidez de los puntajes BA y BACI ante la influencia de un año pico^a.

Enfoque BA						Enfoque BACI					
Mesonivel	Excluyendo el año pico					Excluyendo el año pico					
	Puntaje original		bueno	neutro	malo	Puntaje original		bueno	neutro	malo	
		bueno	1	3	0		bueno	3	1	1	
		neutro	0	4	1		neutro	1	5	1	
Micronivel	Excluyendo el año pico					Excluyendo el año pico					
	Puntaje original		bueno	neutro	malo	Puntaje original		bueno	neutro	malo	
		bueno	5	1	0		bueno	8	1	0	
		neutro	0	1	0		neutro	0	2	1	
	Excluyendo el año pico					Excluyendo el año pico					
	Puntaje original		bueno	neutro	malo	Puntaje original		bueno	neutro	malo	
		bueno	0	2	4		bueno	0	0	1	
		neutro	0	2	4		neutro	0	0	1	

a Los números en negrita indican casos muy sensibles en los que un puntaje en particular cambia de un extremo de las categorías (bueno o malo) al extremo opuesto. Los números en gris indican la solidez de los puntajes que no ha sido influenciados por el año pico.

más en el(las) área(s) de intervención que en el(las) área(s) de control. Un caso de mesonivel (Figura 6) y otro de micronivel muestran buenos puntajes BA pero malos puntajes BACI, ya que las áreas de control mejoraron aún más. En estos casos, la desaceleración de la deforestación pudo haber ocurrido incluso sin la intervención de REDD+ (p. ej., debido a los precios de bienes o a políticas nacionales).

3.2.5 Puntajes de desempeño comparativo claro

Un desempeño comparativo claro se define como un puntaje en el que no encontramos sesgo en el periodo *antes*; ni baja deforestación anual baja (mediana); y en el que la presencia de años pico, si los hubiera, no determinó la categoría del puntaje. Encontramos tres casos de mesonivel, tres casos

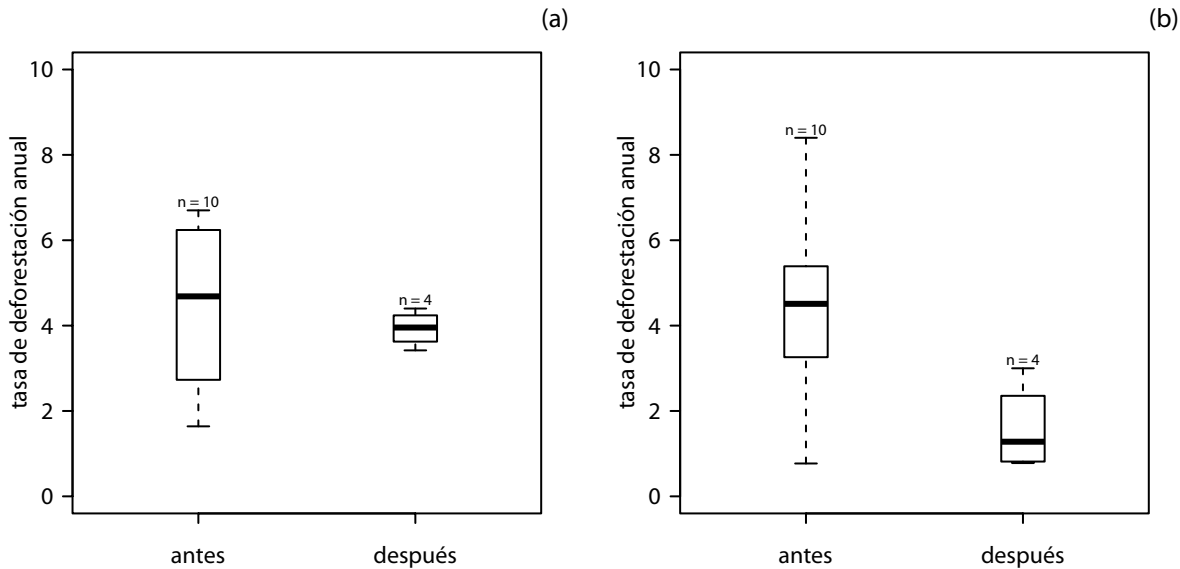


Figura 6. Tasas de deforestación anuales (%) en los periodos *antes* y *después* para las áreas bajo intervención (a) y de control (b) para una iniciativa en Brasil, en donde *n* es el número de años por periodo.

Los extremos superior e inferior de los bigotes representan $Q3 + 1,5 * IQR$ y $Q1 - 1,5 * IQR$ respectivamente, donde $IQR = Q3 - Q1$.

de micronivel y tres sitios en ambos niveles, con claros puntajes comparativos de desempeño (BA y BACI).

En estos puntajes claros de mesonivel hubo dos con puntaje BACI bueno, dos con puntaje neutro y dos con puntaje malo. En un sitio, la deforestación se incrementó en su correspondiente área de control, en tanto que la deforestación disminuyó en el área de intervención, arrojando un buen puntaje BACI. En otro sitio, el puntaje BA fue malo pero el BACI fue bueno, lo que significa que la deforestación se incrementó durante la fase de intervención, pero menos que en las áreas de control. Sin embargo, posiblemente sea difícil declarar este último caso como una victoria, ya que en el área bajo intervención aún había más deforestación en el periodo posterior al inicio de la iniciativa REDD+ que en el periodo previo a esta.

En los puntajes claros de micronivel, hubo cuatro con puntaje BACI bueno y dos con puntaje BACI

malo. En un sitio, la deforestación disminuyó en el área bajo intervención, en tanto que se incrementó en el sitio de control, arrojando un puntaje BACI bueno. En otro sitio, la deforestación también disminuyó en el área de intervención, en tanto que hubo una mucho menor disminución en el área de control, dando como resultado otro puntaje BACI bueno. Los otros dos puntajes BACI buenos representan casos en los que hubo un incremento de la deforestación en las áreas bajo intervención, pero menos que en las áreas de control. Los dos puntajes BACI malos representan casos de áreas de control con puntajes superiores similares a aquellos que se explicaron en la sección previa. Uno denota un caso en que la deforestación se incrementó en las áreas bajo intervención, mientras que la deforestación en las respectivas áreas de control se incrementó menos. El otro sitio es uno en donde la deforestación disminuyó en los poblados bajo intervención (puntaje BA bueno), pero la disminución en los poblados de control fue aún mayor.

4 Discusión

Utilizamos los enfoques BA y BACI a meso- y micronivel para evaluar el desempeño de REDD+ a nivel subnacional. Los dos enfoques y niveles de medición tienen sus ventajas y desventajas para evaluar la efectividad (Tabla 4). Mientras que el enfoque BA solo considera la tendencia de los cambios en la deforestación local como un indicador para el desempeño de REDD+, el enfoque BACI añade el aspecto de desempeño comparativo en las áreas de control. Por lo tanto, en principio, el enfoque BACI permite el control de cambios en la deforestación que no están relacionados con intervenciones REDD+. Mientras que el enfoque BA mide la dirección del cambio, el enfoque BACI trata de medir el cambio atributivo. Este enfoque, sin embargo, requiere una

cuidadosa selección y emparejamiento de un sitio de control *ex ante*. A partir de nuestros hallazgos, queda clara la alta sensibilidad de los resultados a los procedimientos de emparejamiento. En siete sitios del análisis a mesonivel, la jurisdicción empleada como área de control para la iniciativa tuvo una tasa de deforestación preintervención significativamente diferente en comparación con la iniciativa. A pesar de que la evaluación a mesonivel pone en un contexto más amplio los cambios forestales observados en el área de la iniciativa, la selección de un área de control adecuada (es decir, distrito, región o país) no es sencilla, ya que idealmente estas áreas de control deben estar sujetas a los mismos factores de variables de tiempo que las áreas bajo intervención.

Tabla 4. Principales ventajas (+) y desventajas (-) de los enfoques de evaluación BA frente a BACI, y del uso de niveles de agregación meso frente a micro.

Método de evaluación	
Enfoque BA	Enfoque BACI
<ul style="list-style-type: none"> + relativamente simple y su implementación es objetiva - susceptible a factores externos, es decir, los cambios en la deforestación podrían atribuirse erróneamente a la intervención 	<ul style="list-style-type: none"> + permite discernir aspectos adicionales atribuibles a la intervención - requiere una cuidadosa selección y emparejamiento <i>ex ante</i> de un sitio de control similar al área bajo intervención - alta sensibilidad de los resultados al método de emparejamiento de sitios
Nivel de agregación	
Mesonivel	Micronivel
<ul style="list-style-type: none"> + ayuda a entender las tendencias dentro del contexto + puede indicar casos de fuga (en cuyo caso se necesita más análisis) - la definición de fuente áreas de control puede ser más difícil 	<ul style="list-style-type: none"> + permite una comparación más precisa entre las unidades sujetas a intervención y las no sujetas a intervención - la noción de poblado no es universal, y la definición de límites puede ser subjetiva - los pequeños cambios pueden opacar el "panorama general" - sensible a eventos extremos o impulsores únicos

La evaluación de desempeño a micronivel permite una comparación más precisa entre poblados objeto de intervención y poblados no objeto de intervención. Sin embargo, como la noción de poblado no es universal, definir los límites de un poblado puede ser un proceso subjetivo, y los pequeños cambios forestales (absolutos) a nivel de poblado pueden malinterpretarse como equivalentes a grandes cambios forestales (absolutos) a niveles mayores. Más aun, emparejar poblados bajo intervención con sus poblados de control es difícil. En dos sitios, en nuestro análisis a micronivel, las tasas de deforestación base en los poblados bajo intervención y sus respectivas áreas de control fueron significativamente diferentes, lo que arrojó puntajes BACI no informativos. Para el emparejamiento de poblados en el GCS, nuestros pares de muestras de poblados bajo intervención y poblados de control tenían promedios estadísticamente similares en una variedad de características, como se midió luego en una encuesta realizada en los poblados (Sills et al. 2017). Aun así, la variable de porcentaje de cobertura forestal empleada en el emparejamiento se basó en valores reportados mas no observados, pues la información comparativa mundial de satélite para todos los sitios no estaba disponible cuando se realizó el emparejamiento inicial en el año 2010. Esto tuvo claras implicaciones en los resultados, producto de las subsecuentes mediciones realizadas usando datos espaciales. Gracias a avances recientes en el campo de la teledetección, el emparejamiento *ex ante* puede ahora realizarse con base en datos de pérdida de cobertura forestal anual obtenidos con información satelital en lugar de registros de pérdida de cobertura forestal realizados en estudios costosos y laboriosos. Aunque el enfoque BACI tiene grandes ventajas analíticas, no puede subestimarse la sensibilidad de los resultados a la selección del área de control.

Independientemente del enfoque, encontramos un desempeño ligeramente mejor a micronivel que a mesonivel, lo que posiblemente refleja tanto una intensidad de tratamiento local mayor, como una mayor ocurrencia de factores de confusión a escalas mayores, así como fuga (actividades de deforestación relocalizadas) de las áreas de intervención a las áreas de control. Sin embargo, solo cuatro sitios⁷ presentaron a la vez un buen

puntaje BACI y no mostraron influencia de factores como sesgo del área de control, baja deforestación absoluta y años pico.

El desempeño abrumadoramente bajo de las iniciativas estudiadas puede deberse a varios factores. Primero, los puntajes de desempeño son muy sensibles a los casos en los que la fecha de inicio fue tardía, y nos podríamos cuestionar qué tanto impacto de REDD+ es razonable esperar en los primeros años de implementación de la iniciativa. Varios sitios solo tuvieron un par de años para la observación del *después*. Más aun, el financiamiento ha sido una importante limitación para REDD+, lo que significa que las intervenciones pudieron no haberse realizado con la intensidad que se planeó originalmente (Sunderlin et al. 2015). Cortos períodos de tiempo combinados con limitaciones de financiamiento conllevan naturalmente “tratamientos” menos efectivos, lo cual puede explicar el bajo desempeño. Segundo, no consideramos la degradación forestal, la cual contribuye considerablemente a las emisiones forestales (Lambin et al. 2003, Putz et al. 2008, Nepstad et al. 1999) y es el punto central de las intervenciones de REDD+ en muchos sitios (p. ej., cocinas mejoradas en Tanzania, manejo forestal sostenible en Perú, etc.) (Sills et al. 2014). Si bien las extracciones producto de la tala selectiva, los incendios de maleza y la recolección de leña aún no pueden registrarse claramente con métodos de teledetección (Wertz-Kanounnikoff et al. 2008), en años recientes se ha logrado un importante avance en la medición de áreas afectadas por la degradación forestal (De Sy et al. 2012, GOF-C-GOLD 2016). El conjunto de datos utilizado en este estudio no puede identificar (las reducciones en) la degradación forestal, por lo que cualquier éxito concerniente a la segunda letra “D” de REDD+ estaría ausente en este estudio. Tercero, solo consideramos cambios en la *pérdida* forestal como una medida del impacto del carbono de REDD+ y no incluimos la *ganancia* forestal, es decir mejoras en las reservas de carbono que son esenciales para REDD+. En efecto, en varios sitios de la muestra, las actividades de restauración son una parte clave de la estrategia general REDD+, pero necesitarían más tiempo para lograr una importancia significativa y ser medibles. Finalmente, es posible que los proponentes de REDD+ no siempre abordaran efectivamente el(los) principal(es) impulsor(es) de la deforestación en sus sitios, lo cual verdaderamente puede afectar los resultados de deforestación. Por

7 Dos sitios a micronivel y dos sitios tanto a meso- como micronivel.

ejemplo, en la mayoría de los casos los esfuerzos se concentraron en los pequeños propietarios, pero en ocasiones estos no son los principales agentes de deforestación, como en algunos sitios de Brasil e Indonesia (Sills et al. 2014, Apéndice 5; Sunderlin et al. 2015). Esta priorización de las intervenciones enfocadas en los pequeños propietarios puede explicar también por qué encontramos resultados ligeramente mejores a nivel de poblado que a nivel

de sitio. Sin embargo, como advertencia general, tanto el método BA como el BACI funcionan mejor con marcos temporales más prolongados y con periodos *antes* y *después* aproximadamente iguales. Por lo tanto, es necesario un análisis futuro para entender los impactos a largo plazo de REDD+ en estos sitios y para entender mejor por qué el impacto varía entre iniciativas, considerando la variación tanto de tratamiento como de contexto.

5 Conclusión

Muchos de los avances iniciales de REDD+ se han dado a través de la implementación de iniciativas subnacionales, sin embargo, sabemos muy poco sobre su efectividad en materia de carbono. En este estudio comparamos enfoques para evaluar la efectividad de 23 iniciativas REDD+ en seis países mediante: (1) el análisis del desarrollo de tendencias (enfoque BA); y (2) la inclusión de áreas de control para corregir los factores de confusión (enfoque BACI).

Concluimos que cuanto más local sea la escala de la evaluación de desempeño, más relevante es el uso del enfoque BACI. Aunque el método BA es un buen punto de partida para realizar evaluaciones, no permite distinguir entre el efecto de REDD+ y los factores de confusión. El método BACI permite acercarse a la asignación de atributos al remover la influencia de dinámicas de segundo plano que confunden, sin embargo, los resultados dependen de la selección de las áreas de control. Aunque esto sigue siendo un desafío clave, nuevos conjuntos de datos forestales mundiales permiten mejorar la selección y el emparejamiento de áreas de control.

Sin embargo, puede haber situaciones locales en las que un enfoque BA, con su atención puesta en la dirección del cambio, sea de utilidad. Por ejemplo, en los casos en que los puntajes BA indican un desempeño *malo* y los puntajes BACI uno *bueno*, debido a un mayor incremento en la deforestación en áreas de control en comparación con áreas bajo intervención, el puntaje BA establece claramente que la deforestación aún está en aumento, solo que menos aceleradamente que como hubiera ocurrido en ausencia de REDD+. El puntaje BA *malo* indica que el objetivo de reducir la deforestación se ha alejado (en general, el cambio ha tomado un rumbo equivocado); el puntaje BACI *bueno* refleja que en una situación de “no intervención” el escenario contrafáctico pudo haber sido aún

peor (atribución positiva). De manera inversa, en situaciones de cambios positivos generalizados, los puntajes BA por sí solos corren el riesgo de reflejar un escenario más prometedor de lo que hubiera sido razonable atribuir a la intervención de REDD+.

Hasta el momento, los dos enfoques de evaluación que empleamos en este estudio, BA y BACI, destacan en general impactos mínimos de REDD+ en la reducción de la deforestación. Esto puede deberse a la lentitud en la implementación de las intervenciones REDD+ y a la baja densidad de las intervenciones; a proponentes que se centran principalmente en los pequeños propietarios en lugar de en otros impulsores importantes; y/o a nuestro enfoque analítico centrado solo en la deforestación, sin examinar la degradación o la reforestación. Además, no examinamos mezclas de intervenciones REDD+ y estrategias específicas aplicadas en diferentes sitios. Un paso importante para entender mejor lo que funciona (o lo que no funciona) para cada contexto sería vincular los resultados de la evaluación de desempeño a (los tipos de) intervenciones.

Los pagos por resultados de REDD+ utilizarán enfoques de niveles de referencia convencionales a nivel nacional, sin embargo, existe una clara necesidad de comprender la efectividad de las intervenciones REDD+ en cuanto al carbono. Los indicios sobre qué combinaciones de mezclas de intervenciones han sido más o menos efectivas en diversas circunstancias de contexto pueden brindar valiosos indicadores para las opciones de aumento de escala selectivo de las políticas nacionales REDD+. Los países deben buscar formas de incorporar resultados del monitoreo a nivel local en sus sistemas nacionales de reporte, ya que los impactos de REDD+ por lo general dependen de las decisiones de uso del suelo en el terreno.

Referencias

- Asner GP, Mascaro P, Anderson C, Knapp DE, Martin RE, Kennedy-Bowdoin T, van Breugel M, Davies S, Hall JS, Muller-Landau HC, et al. 2013. High-fidelity national carbon mapping for resource management and REDD+. *Carbon Balance Manag* 8(7):1–14.
- Avitabile V, Herold M, Heuvelink GBM, Lewis S, Phillips OL, Asner GP, Armston J, Ashton PS, Banin L, Bayol N, et al. 2016. An integrated pan-tropical biomass map using multiple reference datasets *Glob. Chang. Biol.* 22:1406–20.
- Baccini A, Goetz SJ, Walker WS, Laporte NT, Sun M, Sulla-Menashe D, Hackler J, Beck PSA, Dubayah R, Friedl MA, et al. 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps *Nat. Clim. Chang.* 2:182–5.
- Bellot FF, Bertram M, Navratil P, Siegert F y Dotzauer H. 2014. *The high-resolution global map of 21st-century forest cover change from the University of Maryland (“Hansen Map”) is hugely overestimating deforestation in Indonesia*. Yakarta, Indonesia: FORCLIME Forests and Climate Change Programme.
- de Sassi C, Joseph S, Bos AB, Duchelle AE, Ravikumar A y Herold M. 2015. Towards integrated monitoring of REDD+ *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 14:93–100.
- de Sy V, Herold M, Achard F, Asner GP, Held A, Kellndorfer J y Verbesselt J. 2012. Synergies of multiple remote sensing data sources for REDD+ monitoring. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 4:696–706.
- Duchelle AE, de Sassi C, Jagger P, Cromberg M, Larson AM, Sunderlin WD, Atmadja SS, Resosudarmo IAP y Pratama CD. 2017. Balancing carrots and sticks in REDD+: Implications for social safeguards. *Ecol. Soc.* 22(3).
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2000. *FRA 2000. On definitions of forest and forest change*. Roma: FAO.
- [GOF-C-GOLD] Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics. 2016. *A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation*. GOF-C-GOLD Report version COP22-1. Wageningen, Países Bajos.
- Hansen MC, Potapov PV, Moore R, Hancher M, Turubanova SA, Tyukavina A, Thau D, Stehman SV, Goetz SJ, Loveland TR, et al. 2013. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342(6160):850–3.
- Herold M y Skutsch MM. 2009. Measurement, reporting and verification for REDD+ : Objectives, capacities and institutions. En Angelsen A, ed. *Realising REDD+: National Strategy and Policy Options*. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). 84–100.
- Hijmans RJ. 2016. *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 2.5-8. <https://cran.r-project.org/package=raster>
- Imbens GW y Wooldridge JM. 2009. Recent developments in the econometrics of program evaluation. *J. Econ. Lit.* 47:5–86.
- Jagger P, Sills E, Lawlor K y Sunderlin WD. 2010. *A Guide to Learning about Livelihood Impacts of REDD+*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Lambin EF, Geist HJ y Lepers E. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28:205–41.
- Nepstad DC, Verssimo A, Alencar A, Nobre C, Lima E, Lefebvre P, Schlesinger P, Potter C, Moutinho P, Mendoza E, et al. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 398:505–8.

- Putz FE, Zuidema PA, Pinard MA, Boot RGA, Sayer JA, Sheil D, Sist P, Elias y Vanclay JK. 2008. Improved tropical forest management for carbon retention. *PLoS Biol.* 6:1368–9.
- Ravikumar A, Larson AM, Duchelle AE, Myers R y Gonzales Tovar J. 2015. Multilevel governance challenges in transitioning towards a national approach for REDD+: Evidence from 23 subnational REDD+ initiatives. *Int. J. Commons* 9:909.
- Romijn E, Lantican CB, Herold M, Lindquist E, Ochieng R, Wijaya A, Murdiyarso D y Verchot L. 2015. Assessing change in national forest monitoring capacities of 99 tropical countries *For. Ecol. Manage.* 352:109–23.
- Saatchi SS, Harris NL, Brown S, Lefsky M, Mitchard ET, Salas W, Zutta BR, Buermann W, Lewis SL, Hagen S, et al. 2011 Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 108:9899–904.
- Sills EO, Atmadja S, de Sassi C, Duchelle AE, Kweka D, Resosudarmo IAP y Sunderlin WD, eds. 2014. *REDD+ on the Ground: A Case Book of Subnational Initiatives across the Globe*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Sills EO, de Sassi C, Jagger P, Lawlor K, Miteva DA, Pattanayak SK y Sunderlin D. 2017. Building the evidence base for REDD+: Study design and methods for evaluating the impacts of conservation interventions on local well-being. *Glob. Environ. Chang.* 43:148–60.
- Simonet G, Karsenty A, de Perthuis C, Newton P y Schaap B 2015. *REDD+ projects in 2014: An overview based on a new database and typology*. París, Francia: Chaire Economie du Climat.
- Smith EP. 2002. BACI design. En El-Shaarawi AH y Piegorsch WW, eds. *Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd. 141–8.
- Sunderlin WD, Sills EO, Duchelle AE, Ekaputri AD, Kweka D, Toniolo A, Ball S, Doggart N, Pratama CD, Padilla JT, et al. 2015. REDD+ at a critical juncture: Assessing the limits of polycentric governance for achieving climate change mitigation. *Int. For. Rev.* 17:400–13.
- Sunderlin WD, Larson AM, Duchelle AE, Sills EO, Luttrell C, Jagger P, Pattanayak SK, Cronkleton P, Ekaputri AD, de Sassi C, et al. 2016. *Technical guidelines for research on REDD+ subnational initiatives*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR).
- [UNFCCC] United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. *Adoption of the Paris Agreement*. París, Francia: United Nations.
- Verchot LVV, Anitha K, Romijn E, Herold M y Hergoualc'h K. 2012. Emissions factors: Converting land use change to CO₂ estimates. En Angelsen A, ed. *Analysing REDD+: Challenges and Choices*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). 261–78.
- Wertz-Kanounnikoff S, Verchot LV, Kanninen M, Murdiyarso D y Angelsen A. 2008. How can we monitor, report and verify carbon emissions from forests? En Angelsen A, ed. *Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). 87–98.

Apéndices

Apéndice A. Definición de los límites del poblado

En Tanzania, los proponentes de REDD+ aportaron la información oficial de límites de los poblados. En Indonesia, los investigadores de campo utilizaron los límites provistos por el Gobierno para el estudio de poblados como base para una posterior verificación con informantes clave. Los límites de los poblados se modificaron posteriormente mediante la digitalización en ArcGIS / Google Earth basada en el conocimiento local de los límites de los poblados. En Perú, los proponentes y otros asociados facilitaron información espacial oficial para el estudio de poblados en Ucayali y de límites de concesiones castañeras individuales en Madre de Dios. Las unidades de poblados en Madre de Dios se construyeron mediante la agrupación de aquellas concesiones cuyos propietarios fueran miembros de la misma asociación y/o estuvieran muy cerca unos de otros. En Camerún, los investigadores de campo georreferenciaron algunos límites conocidos con ayuda de informantes clave para luego digitalizarlos en ArcGIS y así definir los límites del poblado. En Brasil, las asociaciones de poblados son unidades más sociales que espaciales, de manera que los límites de los poblados se crearon mediante la ubicación en el espacio de elementos sociales de los poblados o mediante delimitación de zonas de influencia y fusión de unidades familiares georreferenciadas. En Vietnam, el menor nivel jurisdiccional es la comuna, la cual consiste en un conjunto de poblados, de manera que los límites de un poblado también se estimaron utilizando una zona de influencia alrededor de unidades familiares. En ambos casos se utilizó también información espacial oficial (p. ej., límites de un proyecto de asentamiento de la reforma agraria en Brasil, y límites distritales en Vietnam) como información sobre la extensión del poblado.

Apéndice B. Versión ampliada de los resultados generales

Tabla B1. Resultados generales (versión ampliada).

nivel	variable	explicación	n	mín.	máx.	media	mediana
meso y micro	Año de inicio	Año en que comienza la iniciativa	23	2006	2013	2009	2009
meso y micro	n_a	Años en el periodo <i>después</i>	23	2	9	6	6
meso y micro	n_b	Años en el periodo <i>antes</i>	23	5	12	8	8
meso	\bar{x}_{AI}	Tasa promedio anual de deforestación en el área bajo intervención durante el periodo <i>después</i>	23	0,037	1,84	0,522	0,43
meso	\bar{x}_{BI}	Tasa promedio anual de deforestación en el área bajo intervención durante el periodo <i>antes</i>	23	0,021	1,62	0,479	0,37
meso	\bar{x}_{AC}	Tasa promedio anual de deforestación en el área de control durante el periodo <i>después</i>	23	0,065	1,93	0,664	0,605
meso	\bar{x}_{BC}	Tasa promedio anual de deforestación en el área de control durante el periodo <i>antes</i>	23	0,048	1,62	0,536	0,465
meso	α	Puntaje Antes-Después (en el área de intervención)	23	-0,903	0,588	0,043	0,083
meso	β	Puntaje BACI	23	-1,184	0,315	-0,089	-0,008
micro	\bar{x}_{AI}	Tasa promedio anual de deforestación en el área bajo intervención durante el periodo <i>después</i>	16	0,073	3,933	0,928	0,605
micro	\bar{x}_{BI}	Tasa promedio anual de deforestación en el área bajo intervención durante el periodo <i>antes</i>	16	0,068	4,514	1,199	0,489
micro	\bar{x}_{AC}	Tasa promedio anual de deforestación en el área de control durante el periodo <i>después</i>	16	0,106	2,479	1,023	0,862
micro	\bar{x}_{BC}	Tasa promedio anual de deforestación en el área de control durante el periodo <i>antes</i>	16	0,073	4,993	0,845	0,486
micro	α	Puntaje Antes-Después (en el área de intervención)	16	-2,139	0,669	-0,271	0,048
micro	β	Puntaje BACI	16	-2,277	2,827	-0,449	-0,466

Apéndice C. Clasificación de puntajes BA y BACI solo para sitios intensivos

La Figura C1 muestra solo los resultados, tanto a mesonivel como a micronivel, de los 16 sitios “intensivos”, los cuales, como se describió en la sección 2.4, incluyen tanto los poblados bajo intervención como sus pares de control. La mayoría de estos resultados son consistentes con los resultados de la Figura 4, lo que confirma nuestro hallazgo (presentado en la sección 3.1) que establece que el desempeño por lo general parece mejor a micronivel que a mesonivel (es decir, evaluar REDD+ a micronivel lo hace parecer más efectivo en términos de reducción de la deforestación). La Figura C1 confirma que este hallazgo no se debe a la diferencia en el tamaño de muestra para el análisis a meso- y micronivel reportado en la Figura 4.

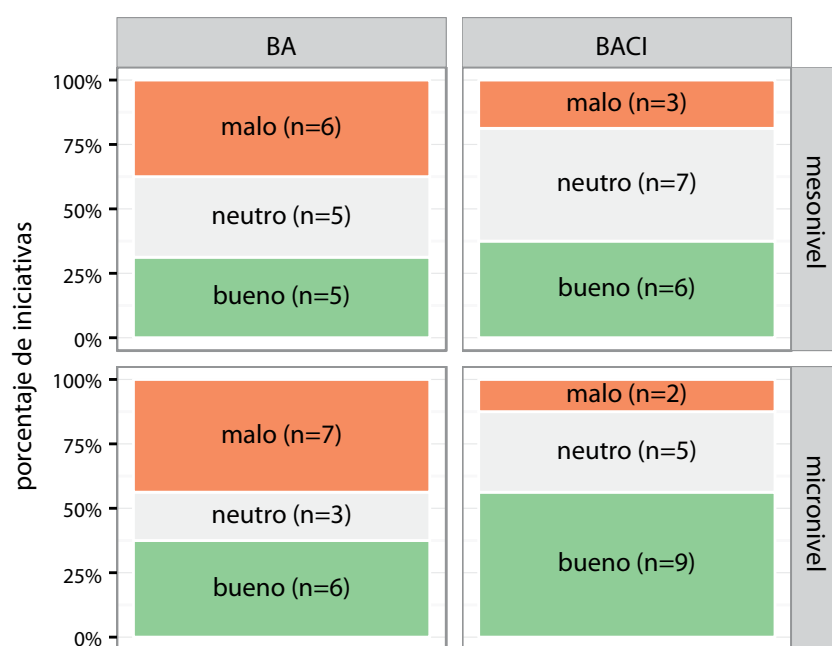


Figura C1. Clasificación de puntajes BA y BACI con igual tamaño de muestra para ambos niveles

Apéndice D. Resultados de las pruebas para detectar sesgos

Tabla D1. Resultados de las pruebas para detectar sesgos.

Pruebas de Levene y *t* para descubrir diferencias significativas en tendencias de deforestación entre áreas bajo intervención y áreas de control en el periodo *antes*.

	Mesonivel				Micronivel			
	Valor <i>p</i> de la prueba de Levene	Valor <i>p</i> de la prueba <i>t</i> de dos muestras ^a	Valor <i>p</i> de la prueba <i>t</i> de Welch ^b	Posible sesgo ^c	Valor <i>p</i> de la prueba de Levene	Valor <i>p</i> de la prueba <i>t</i> de dos muestras ^a	Valor <i>p</i> de la prueba <i>t</i> de Welch ^b	Posible sesgo ^c
Brasil-Acre	0,4413	0,8487	N/A	FALSO	0,1062	0,1359	N/A	FALSO
Brasil-Cotriguaçu	0,75	0,4233	N/A	FALSO	0,546	0,6723	N/A	FALSO
Brasil-Transamazónica	0,0366	N/A	0,0450	VERDADERO	0,7074	0,5399	N/A	FALSO
Brasil-SFX	0,0268	N/A	0,0001	VERDADERO	0,0004	N/A	0,0020	VERDADERO
Brasil-Bolsa Floresta	0,1214	0,0046	N/A	VERDADERO	N/A	N/A	N/A	N/A
Brasil-Jari Amapa	0,0036	N/A	0,0203	VERDADERO	N/A	N/A	N/A	N/A
Perú-Madre de Dios	0,01	N/A	0,0001	VERDADERO	0,2856	0,0267	N/A	VERDADERO
Perú-Ucayali	0,0001	N/A	0,0004	VERDADERO	0,432	0,0801	N/A	FALSO
Camerún-Camerún Sudoriental	0,0611	0,7418	N/A	FALSO	0,1201	0,9229	N/A	FALSO
Camerún-Monte Camerún	0,0037	N/A	0,0726	FALSO	0,0129	N/A	0,1361	FALSO
Tanzania-Shinyanga	0,0857	0,1132	N/A	FALSO	0,0081	N/A	0,4008	FALSO
Tanzania-Kilosa	0,2865	0,3505	N/A	FALSO	0,2248	0,5049	N/A	FALSO
Tanzania-Zanzíbar	0,8768	0,9332	N/A	FALSO	N/A	N/A	N/A	N/A
Tanzania-Kigoma	0,6068	0,4298	N/A	FALSO	N/A	N/A	N/A	N/A
Tanzania-Mpingo	0,6497	0,2745	N/A	FALSO	N/A	N/A	N/A	N/A
Tanzania-Lindi	0,3748	0,4095	N/A	FALSO	N/A	N/A	N/A	N/A
Indonesia-Ulu Masen	0,0072	N/A	0,0068	VERDADERO	0,4343	0,7362	N/A	FALSO
Indonesia-KCCP	0,1983	0,6738	N/A	FALSO	0,4354	0,6332	N/A	FALSO
Indonesia-KFCP	0,4693	0,9611	N/A	FALSO	0,2778	0,5318	N/A	FALSO
Indonesia-Rimba Raya	0,9571	0,2019	N/A	FALSO	N/A	N/A	N/A	N/A
Indonesia-Katingan	0,4841	0,0716	N/A	FALSO	0,0744	0,4623	N/A	FALSO
Indonesia-TNC dentro de BFCP	0,2803	0,663	N/A	FALSO	0,539	0,5952	N/A	FALSO
Vietnam-Cat Tien	0,8567	0,8992	N/A	FALSO	0,074	0,2737	N/A	FALSO

a Asumiendo varianzas iguales.

b Asumiendo varianzas diferentes.

c Usando un nivel de confianza de 0,95.

Los Documentos ocasionales de CIFOR contienen resultados de investigación relevantes para el manejo forestal. Su contenido es revisado por pares interna y externamente.

El papel central de los bosques en la mitigación del cambio climático, como se ha reconocido en el Acuerdo de París, acrecienta la importancia de desarrollar y probar métodos de monitoreo y evaluación de la efectividad de REDD+ en cuanto al carbono. Durante la última década han surgido cientos de iniciativas subnacionales REDD+, lo que representa una oportunidad para probar y comparar diferentes enfoques para la cuantificación de sus impactos en las emisiones de carbono. Este estudio (1) desarrolla un método de evaluación Antes-Después-Control-Intervención (BACI por sus siglas en inglés) para evaluar la efectividad de estas iniciativas REDD+; (2) compara los estudios a escalas meso y micro (iniciativa y poblado, respectivamente); y (3) compara el BACI con resultados simples del tipo Antes y Después (BA por sus siglas en inglés). Nuestro estudio abarca 23 iniciativas subnacionales REDD+ en Brasil, Perú, Camerún, Tanzania, Indonesia y Vietnam. Empleamos la pérdida de cobertura forestal anual como una medida de la deforestación. Agrupamos los datos en dos periodos (antes y después del inicio de cada iniciativa). El análisis realizado empleando áreas de control ("control-intervención") sugiere un mejor desempeño de REDD+, aunque el efecto es más pronunciado en el micronivel en comparación con el mesonivel. Sin embargo, el método de evaluación BACI requiere más datos que el método BA y está sujeto a posibles sesgos en el periodo *antes*. La selección de las áreas de control apropiadas es crucial, pero no es un proceso sencillo en ninguna de las escalas. Los valores absolutos de deforestación bajos y los años pico influyen tanto en nuestros resultados del método BA como en los del método BACI. En principio, el método BACI es superior, dado su potencial para controlar efectivamente factores de confusión. Concluimos que cuanto más local sea la escala de la evaluación del desempeño, más relevante es el uso del enfoque BACI. Por varias razones, encontramos hasta ahora un impacto mínimo general de REDD+ en la reducción de la deforestación en el terreno. Es importante incorporar los resultados de micro- y mesonivel en los sistemas nacionales de reporte, ya que el impacto general de REDD+ depende de las decisiones de uso de la tierra en la práctica.



PROGRAMA DE
INVESTIGACIÓN SOBRE
Bosques, Árboles y
Agroforestería

El Programa de Investigación del CGIAR sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (FTA) es el programa de investigación para el desarrollo más grande del mundo, dedicado a mejorar el papel de bosques, árboles y la agroforestería para el desarrollo sostenible, seguridad alimentaria, y frente al cambio climático. CIFOR dirige el programa FTA en asociación con Bioversity International, CATIE, CIRAD, ICRAF, INBAR y TBI.

cifor.org

forestsnews.cifor.org



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety



Norad



Australian Government
Department of Foreign Affairs and Trade



Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)

CIFOR promueve el bienestar humano, la integridad del medio ambiente y la equidad mediante investigación de avanzada, desarrollando las capacidades de sus socios y dialogando activamente con todos los actores involucrados, para informar sobre las políticas y las prácticas que afectan a los bosques y a las personas. CIFOR es un centro de investigación CGIAR y lidera su Programa de Investigación sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (FTA por sus siglas en inglés). Nuestra sede central se encuentra en Bogor, Indonesia, y contamos con oficinas en Nairobi, Kenia; Yaundé, Camerún; y Lima, Perú.

