



BENEFICIOS MÚLTIPLES DE REDD+ EN COSTA RICA: ANÁLISIS ESPACIALES PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES

PROGRAMA
ONU-REDD



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Al servicio
de las personas
y las naciones



El Programa ONU-REDD es “el programa de colaboración para reducir las emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD+) en países en desarrollo”. El Programa se lanzó en 2008 y cuenta con la experiencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente). El Programa ONU-REDD apoya los procesos de REDD+ de cada país y promueve la participación activa e informada de todos los interesados, incluyendo los pueblos indígenas y otras comunidades que dependen de los bosques, en la implementación de REDD+ a nivel nacional e internacional.

El Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial de ONU Medio Ambiente (UNEP-WCMC, por sus siglas en inglés) es el centro especialista en la evaluación de la biodiversidad de ONU Medio Ambiente, la organización ambiental intergubernamental más importante del mundo. El Centro lleva trabajando más de 35 años, combinando la investigación científica con el asesoramiento práctico sobre política pública.

La reproducción de esta publicación está autorizada para fines educativos o sin ánimo de lucro, sin ningún otro permiso especial, a condición de que se indique la fuente de la que proviene. La reutilización de cualquiera de las ilustraciones está sujeta a su autorización por parte de los titulares de los derechos originales. La publicación no podrá utilizarse para la venta ni para ningún otro propósito comercial sin previa autorización por escrito de ONU Medio Ambiente. Las solicitudes para tal autorización, con una descripción del propósito y el alcance de la reproducción; deben enviarse al Director, UNEP-WCMC, 219 Huntingdon Road, Cambridge, CB3 0DL, Reino Unido.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Los contenidos de este informe no reflejan necesariamente las opiniones o políticas del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, las organizaciones contribuyentes o los redactores. Las denominaciones empleadas y la presentación de materiales en este informe no implican la expresión de ninguna opinión por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente u organizaciones contribuyentes, redactores o editores relativas a la condición jurídica de cualquier país, territorio, ciudad, zona o de sus autoridades, ni respecto a la delimitación de sus fronteras o límites, o la designación de su nombre, fronteras o límites. La mención de una entidad comercial o un producto en esta publicación no implica promoción alguna por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

AUTORES:

Shaenandhoa García-Rangel, Judith Walcott, Xavier de Lamo, Cordula Epple, Lera Miles y Valerie Kapos.
UN Environment World Conservation Monitoring Centre
Correo electrónico: ccb@unep-wcmc.org

María Elena Herrera Ugalde
Tania López Lee
Maureen Ballestero
Edwin Vega Araya
Secretaria REDD+ - Costa Rica, Programa ONU-REDD

Daniela Carrión
Oficina Regional para Latinoamérica y el Caribe
ONU Medio Ambiente
Correo electrónico: dcarrion.affiliate@pnuma.org

Guisella Quirós Ramírez, Aldrin Gómez Román
FONAFIFO
Correo electrónico: gquiros@fonafifo.go.cr, agomez@fonafifo.go.cr

COLABORADORES:

Ana Rita Chacón (IMN)
Carmen Roldán (FONAFIFO)
Gilmar Navarrete (FONAFIFO)
Óscar Sánchez Chaves (FONAFIFO)

CITA: García Rangel, S., J. Walcott, X. de Lamo, C. Epple, L. Miles, V. Kapos, D. Carrión, M.E. Herrera Ugalde, T. López Lee, M. Ballestero, E. Vega-Araya, G. Quirós Ramírez y A. Gómez Román (2017). Beneficios múltiples de REDD+ en Costa Rica: análisis espaciales para apoyar la toma de decisiones. Cambridge, UK: UNEP-WCMC.

Disponible en línea en: <http://www.bit.ly/costaricabeneficiosmultiples>

© 2017 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente



UN Environment World Conservation Monitoring Centre
219 Huntingdon Road
Cambridge CB3 0DL United Kingdom
Tel: +44 (0) 1223 277314 Fax: +44 (0) 1223 277136
Correo electrónico: ccb@unep-wcmc.org

ONU Medio Ambiente promueve prácticas ambientalmente responsables a nivel mundial y en sus propias actividades. Nuestra política de impresión y distribución tiene como objetivo reducir la huella de carbono de ONU Medio Ambiente



ÍNDICE

Resumen ejecutivo.....	7
Executive summary	8
1 Introducción y contexto	10
1.1 Objetivo	11
1.2 Análisis espaciales de beneficios múltiples en el contexto costarricense.....	12
2 Diseño e implementación de acciones REDD+ que potencien la provisión de beneficios múltiples en Costa Rica..	13
2.1 Promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.....	14
2.2 Fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales	20
2.3 Introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques	22
2.4 Desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales	26
2.5 Compendio de áreas con potencial para proveer beneficios múltiples	29
3 Conclusiones	31
4 Recomendaciones y próximos pasos	33
5 Referencias	34
Métodos utilizados para llevar a cabo los análisis espaciales de beneficios múltiples para apoyar la implementación de REDD+ en Costa Rica	38
Anexo 1.1 Promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.	39
Anexo 1.2 Fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales.	42
Anexo 1.3 Introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques	42
Anexo 1.4 Desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales.....	45
Anexo 1.5 Compendio de áreas con potencial para proveer beneficios múltiples	46



ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1a: Convergencia de beneficios priorizados que pudieran ser potenciados por la introducción de prácticas agroforestales como parte de la promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.....	17
Mapa 1b: Densidad de cabezas de ganado en el territorio costarricense.....	18
Mapa 1c: Cobertura forestal de Costa Rica	19
Mapa 2. Incidencia de incendios forestales en Costa Rica entre los años 2013 y 2015.....	21
Mapa 3a. Convergencia de beneficios múltiples que podrían ser protegidos por la introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques	24
Mapa 3b. Áreas con potencial para la introducción de programas asociados al manejo forestal sostenible	25
Mapa 4: Convergencia de beneficios priorizados que pudieran ser potenciados por el desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales	28
Mapa 5: Compendio de áreas donde convergen 3 o más beneficios priorizados en cada uno de los agrupadores de Políticas, Acciones y Actividades analizados.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de prácticas agroforestales como parte de la promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono*	15
Tabla 2. Área de zonas agropecuarias con potencial para la promoción de prácticas agroforestales en función del número de beneficios que convergen en las mismas.....	15
Tabla 3. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de incentivos para fortalecer la conservación y manejo sostenible de bosques*	22
Tabla 4. Área de bosque aproximada en base al número de beneficios que convergen en las mismas.....	23
Tabla 5. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales	27
Tabla 6. Extensión de zonas con potencial para la restauración de paisajes y ecosistemas forestales en función del número de beneficios que convergen en las mismas.....	27
Tabla 7. Extensión de zonas en las que convergen tres o más beneficios prioritarios para cada agrupador de Políticas, Acciones y Actividades analizado.....	30



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Regiones de Costa Rica.	12
Figura 2. Distribución relativa por región de MIDEPLAN de la cantidad de beneficios múltiples potenciales que convergen en zonas agropecuarias en las que podrían introducirse y/o fortalecerse prácticas agroforestales.	15
Figura 3. Distribución relativa por región de MIDEPLAN de la cantidad de beneficios múltiples que convergen en los bosques.	23
Figura A1. Variables espacialmente explícitas que se utiliza ron para describir cada beneficio analizado.....	41
Figura A2. Variables espacialmente explícitas que se utilizaron para describir beneficios asociados únicamente al análisis de introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques.....	44
Figura A3. Variable espacial utilizada para describir el beneficio de apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico en el contexto del desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales.	46



SIGLAS

CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
EN-REDD+	Estrategia Nacional REDD+ de Costa Rica
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ICT	Instituto Costarricense de Turismo
IDS	Índice de Desarrollo Social
NDCs	Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MIRI	Mecanismo de Información, Retroalimentación e Inconformidades para las Partes Interesadas Relevantes de la EN- REDD+
MRV	Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación
NAMAs	Acciones de Mitigación Apropiadas a Nivel Nacional
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
PAMs	Políticas, Acciones y Actividades (por sus siglas en inglés)
PNDF	Plan Nacional de Desarrollo Forestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
ONU Medio Ambiente	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPSA	Programa de Pago por Servicios Ambientales
PSA	Pago por servicios ambientales
REDD+	Reducción de Emisiones de la Deforestación y Degradación de los bosques; y el rol de la conservación, manejo sostenible de bosques y el aumento de las reservas de carbono en países en desarrollo
UNEP-WCMC	Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
WAVES	Wealth Accounting and Valuation of Ecosystem Services



Resumen ejecutivo

Costa Rica es reconocida por sus alcances en protección y restauración de bosques, y actualmente se prepara para la implementación de REDD+ como parte de sus esfuerzos para conservar estos ecosistemas. Esta iniciativa busca reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal en países en desarrollo, así como fomentar la conservación y manejo sostenible de sus bosques y el aumento de las reservas de carbono forestal. La implementación de REDD+ en Costa Rica forma parte de su Plan Nacional de Desarrollo (2015-2018) y busca: (1) generar incentivos para contribuir con la mitigación del cambio climático y expandir la cobertura del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA), (2) promover el desarrollo rural y (3) apoyar el cumplimiento de objetivos nacionales y compromisos internacionales, tal como: la conservación de bosques, el aumento de las reservas de carbono forestal y la restauración de tierras degradadas.

Más allá de la mitigación del cambio climático, la puesta en práctica de REDD+ puede fortalecer y/o promover beneficios sociales y ambientales, siempre y cuando sus políticas, acciones y actividades (PAMs, por sus siglas en inglés) sean diseñadas adecuadamente. Estos beneficios son conocidos como beneficios múltiples y pudieran hacer que la implementación de REDD+ en Costa Rica sea más atractiva para las partes interesadas relevantes (ej. actores con acceso al PPSA), especialmente si, al mismo tiempo, los riesgos asociados a esta iniciativa son evitados o mitigados. Por esta razón, el país se encuentra evaluando los beneficios múltiples que pudieran ser potenciados por la ejecución de la Estrategia Nacional REDD+ (EN-REDD+) y su Plan de Implementación. Este esfuerzo favorece el abordaje de las salvaguardas sociales y ambientales establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Para contribuir al desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+, la Secretaría REDD+ - Costa Rica, junto a FONAFIFO y el Programa ONU-REDD, llevó a cabo análisis espaciales para evaluar el potencial de cuatro opciones de implementación, para fortalecer la provisión de beneficios múltiples priorizados en la Ley Forestal (Nº 7575, 1996), la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (Nº 7779, 1998) y en procesos de pre-consulta REDD+. Este informe contiene los resultados de dichos análisis:

- *Convergencia de beneficios múltiples que pudieran ser potenciados por la promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono*, indicando que la introducción de prácticas agroforestales como parte de estos sistemas productivos, podría fortalecer la provisión de beneficios múltiples en zonas agropecuarias a lo largo de Costa Rica.
- *Incidencia de incendios forestales en Costa Rica entre los años 2013 y 2015*, mostrando la importancia de integrar REDD+ al fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales para conservar la provisión de beneficios múltiples, especialmente en la región de Chorotega.
- *Convergencia de beneficios múltiples que podrían ser protegidos por la introducción de incentivos para la conservación y el manejo forestal sostenible*. Estos incentivos podrían apoyar la provisión de beneficios asociados a bosques en el territorio costarricense.
- *Convergencia de beneficios múltiples que pudieran ser potenciados por la restauración de paisajes y ecosistemas forestales*. La restauración de bosques secundarios podría fortalecer la provisión de beneficios, especialmente en las cuencas de Abangares, Grande de Tárcos, Parrita y Tusubres. Su puesta en práctica, al igual que la promoción de prácticas agroforestales podría promover sinergias de REDD+ con el sector agropecuario.
- *Compendio de áreas con potencial para proveer beneficios múltiples*, evidenciando áreas donde la puesta en práctica de una o más opciones de implementación de REDD+ en Costa Rica podría fortalecer la provisión de tres o más beneficios priorizados por el país.

Este documento evidencia cómo los análisis espaciales pueden apoyar la implementación de la EN-REDD+ en pro de potenciar sus beneficios sociales y ambientales y evitar sus riesgos. Además, enfatiza posibles sinergias entre REDD+



y objetivos nacionales y/o compromisos internacionales. Este reporte viene acompañado de una propuesta de indicadores de seguimiento de los beneficios priorizados, la cual pudiera formar parte del Sistema de Seguimiento de la implementación de la EN-REDD+ actualmente en desarrollo en Costa Rica.

Executive summary

Costa Rica is renowned for its achievements in forest protection and restoration, and it is currently preparing for the implementation of REDD+ as part of existing efforts to conserve these ecosystems. Currently, the country is preparing for the implementation of REDD+. REDD+ aims to reduce emissions from deforestation and forest degradation in developing countries, and to promote the conservation and sustainable development of their forests and enhancement of their forest carbon stocks. The implementation of REDD+ in Costa Rica is contemplated on its National Development Plan (2015-2018), and aims to: (1) generate incentives to contribute to climate change mitigation and the expansion of the Programme for Payment for Ecosystems Services (PPSA, Spanish acronym), (2) promote rural development and (3) support the achievement of other national objectives and international commitments, such as: conserving forests, increasing the country's forest carbon stocks and restoring degraded lands.

REDD+ implementation has the potential to deliver social and environmental benefits beyond climate change mitigation, as long as the policies, actions and activities (PAMs) are designed adequately. These benefits are known as multiple benefits, and could make REDD+ implementation more attractive to stakeholders in Costa Rica, especially if at the same time, risks associated with REDD+ are avoided or mitigated. Therefore, Costa Rica is evaluating which benefits could be provided and/or strengthened through the implementation of its National REDD+ Strategy (EN-REDD+, Spanish acronym). This effort also contributes to addressing the social and environmental safeguards established by the United Nations Convention on Climate Change.

To support the development of the EN-REDD+ Implementation Plan, the Secretaría REDD+ - Costa Rica, together with FONAFIFO and the UN-REDD Programme, carried out a series of spatial analyses evaluating the potential of four implementation options, which are derived from the EN-REDD+; to strengthened the provision of multiple benefits. The benefits analysed where those prioritised in: (1) the Forestry Law (Nº 7575, 1996), (2) the Law on Use, Management and Conservation of Soils (Nº 7779, 1998) and (3) pre-consultation processes that were carried out in preparation for REDD+. This report presents the results of the following analyses:

- *Convergence of multiple benefits that could be strengthened through the promotion of low-carbon productive systems.* This analysis indicates that the introduction of agroforestry practices as part of these productive systems could strengthened the provision of multiple benefits in agricultural areas across Costa Rica.
- *Incidence of forest fires in Costa Rica between 2013 and 2015.* This analysis shows the importance of integrating REDD+ into the strengthening of programmes for the prevention and control of forest fires in order to secure the provision of multiple benefits, especially within the Chorotega region.
- *Convergence of multiple benefits that could be protected by the introduction of incentives to strengthen the conservation and sustainable forest management.* The implementation of such incentives could be relevant for maintaining the provision of forest-derived benefits across Costa Rica.
- *Convergence of multiple benefits that could be strengthened by the restoration of landscapes and forest ecosystems.* The restoration of secondary forests could enhance the provision of benefits, especially in the Abangares, Grande de Tárcoles, Parrita and Tusubres watersheds. Its implementation, as well as, the introduction of agroforestry could foster concerted efforts between REDD+ and the agricultural sector.
- *Summary of areas with potential for the provision of multiple benefits,* showcasing areas where the introduction of one or more REDD+ implementation options could strengthen the provision of three or more prioritised benefits in Costa Rica.



This document shows how spatial analysis can support the implementation of the EN-REDD+, in a way that enhances the provision of social and environmental benefits while reducing risks. Additionally, it emphasizes potential synergies between the EN-REDD+ and national objectives and/or international commitments. This report is accompanied by a set of proposed indicators associated to the prioritised benefits, which could be an input for the Monitoring System currently being developed in Costa Rica to monitor the implementation of the EN-REDD+.



1 Introducción y contexto

Costa Rica es reconocida por sus alcances en protección y restauración de bosques (Aide et al. 2013; FAO 2015). La acción conjunta del Programa de Pago por Servicios Ambientales (PPSA) y del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), por ejemplo, ha permitido el desarrollo de un sector forestal que hoy reporta emisiones netas negativas (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). Más aún, el país coadyuvó a propiciar discusiones en el seno de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sobre el rol de los bosques en la mitigación de este proceso global. Estas discusiones concluyeron en el establecimiento de la iniciativa REDD+¹, que busca contribuir con esfuerzos mundiales de mitigación reduciendo las emisiones derivadas de la deforestación y degradación forestal en países en desarrollo, así como fomentar la conservación y manejo sostenible de sus bosques y mejorar/aumentar sus reservas de carbono forestal (Programa ONU-REDD 2015a).

En 2012, Costa Rica oficializa su aspiración de convertirse en un país carbono neutral ratificándola en 2015, como parte de sus Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones 2012; Ministerio de Ambiente y Energía 2015). El Plan Nacional de Desarrollo (2015-2018) operacionaliza este compromiso estableciendo políticas para apoyar acciones sectoriales hacia la reducción de emisiones y favorecer la resiliencia de sectores vulnerables (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2014; Ministerio de Ambiente y Energía 2015). Entre ellas, se contempla la implementación de REDD+ como parte de la Propuesta Estratégica para el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial. Esta propuesta busca propiciar la creación y mejora de políticas que: *“permitan mantener la cobertura forestal en un 52.6% del territorio nacional, mejorar la calidad de los bosques, aumentar los stocks de carbono, recuperar terrenos que actualmente presentan sobreuso”* (Dirección de Cambio Climático 2012). Aunado a ello, el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (2011-2020) busca *“promover el manejo forestal sostenible como pieza clave para la estrategia de adaptación, así como para la mitigación asociada con la carbono neutralidad”* (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones 2011). En este contexto, Costa Rica publicó la Estrategia Nacional REDD+ (EN-REDD+) orientada a contribuir con el alcance de prioridades nacionales y con la implementación de políticas asociadas al conservación y restauración de sus ecosistemas forestales (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015).

La EN-REDD+ busca conjugar inversión nacional y financiamiento internacional para contribuir con la mitigación del cambio climático por medio del manejo del carbono forestal, a la par de promover el desarrollo de zonas rurales y crear oportunidades para la expansión del PPSA (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). Más allá de la mitigación del cambio climático, su introducción también está orientada a fortalecer la provisión de beneficios sociales y ambientales², también conocidos como beneficios múltiples (Dirección de Cambio Climático 2012; Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). Éstos tienen el potencial de hacer la implementación de REDD+ en Costa Rica más atractiva para las partes interesadas relevantes; siempre y cuando se eviten riesgos que pudieran estar asociados con esta iniciativa (ej. conflictos sobre propiedad de la tierra) (Programa ONU-REDD 2015b).

¹ Reducción de las emisiones de la deforestación y degradación forestal, la conservación de las reservas forestales de carbono, la gestión sostenible de los bosques y la mejora de las reservas forestales de carbono (REDD+ por sus siglas en inglés).

² Los beneficios sociales y ambientales asociados a REDD+ son también conocidos como beneficios no-carbono en el marco de la CMNUCC y como co-beneficios en otros contextos.



Con el apoyo del Programa ONU-REDD, Costa Rica se encuentra actualmente identificando aquellos beneficios múltiples que pudieran ser provistos y/o potenciados por la implementación de REDD+ en el contexto nacional. Este esfuerzo contribuye también a que el país atienda salvaguardas sociales y ambientales establecidas por la CMNUCC REDD+ (Programa ONU-REDD 2015b).

1.1 Objetivo

Este documento tiene como objetivo el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+ proporcionando información sobre la convergencia espacial de beneficios múltiples asociados a la puesta en práctica de grupos de políticas, acciones y actividades (PAMs, por sus siglas en inglés) REDD+ en Costa Rica. Esta información puede facilitar la priorización de esfuerzos asociados a la puesta en práctica de PAMs específicas, en función de rendimientos más allá de los asociados a la mitigación del cambio climático. Este trabajo se realizó paralelamente a un Análisis de Costo Beneficio de grupos de PAMs REDD+ llevado a cabo por Vega-Araya (2016), lo que se espera facilite la integración de ambas perspectivas en consideraciones sobre beneficios múltiples durante el desarrollo del Plan de Implementación de REDD+ en el país. Este informe viene acompañado de una propuesta de indicadores que busca apoyar al establecimiento de una estructura para evaluar la efectividad de las PAMs en la provisión de beneficios múltiples (Walcott et al. 2017) Dicha propuesta se basa en los beneficios analizados aquí y podría facilitar el manejo adaptativo de las PAMs. La propuesta hace uso de información que ya está siendo (o será) recopilada y reportada regularmente por sistemas de información y mecanismos de reporte nacionales.

1.2 Análisis espaciales de beneficios múltiples en el contexto costarricense

La cobertura de la tierra está sujeta a diversas presiones de diversos sectores que generan competencia entre usos potenciales. Los análisis espaciales permiten evaluar interacciones entre condiciones, recursos, beneficios, riesgos y costos asociados a diferentes alternativas de uso (ej. conservación de áreas naturales, agricultura, ganadería, desarrollo de infraestructura vial). Esto facilita la identificación de áreas de claves para fines específicos y genera información sobre la factibilidad de diversas opciones de uso para apoyar la toma de decisiones y el establecimiento de políticas en este ámbito (Farina 2006; de Smith et al. 2007).

En el contexto particular de la implementación de REDD+, los análisis espaciales permiten generar información valiosa para el desarrollo de estrategias nacionales y planes de implementación (PNC ONU-REDD/SEAM/INFONA/FAPI 2016). Dichos análisis permiten por ejemplo: (1) identificar zonas bajo presión por deforestación, (2) determinar áreas clave para potenciar la provisión de beneficios múltiples, reducir riesgos de la introducción de REDD+ y minimizar costos, así como (3) reconocer espacios donde será necesario negociar entre diferentes alternativas de uso. El desarrollo de análisis espaciales durante el proceso de preparación para REDD+ genera además una plataforma para identificar factores que deben ser considerados como parte de la planificación territorial y facilita la recopilación de datos claves para apoyar la toma de decisiones. Todo esto permite conocer con antelación, y si es posible llenar, vacíos de información existentes en el contexto nacional. Los análisis espaciales también son útiles durante el desarrollo de planes de implementación de REDD+ pues permiten identificar áreas potencialmente prioritarias para la puesta en práctica de acciones específicas.

La Secretaría REDD+ - Costa Rica con el apoyo del Programa ONU-REDD y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), llevó a cabo un conjunto de análisis orientados a evaluar la convergencia espacial de beneficios múltiples priorizados a nivel nacional (Sección 2), para orientar la puesta en práctica de cuatro agrupadores de PAMs REDD+ definidas por la Secretaría REDD+ - Costa Rica para facilitar el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+. Los cuatro agrupadores, definidos en agosto de 2016 en base a las PAMs descritas en la EN-REDD+ (Vega-Araya 2016), serían implementados en las diferentes regiones del país (Figura 1) y se apoyan en las políticas forestales y ambientales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015).

Este informe presenta los resultados de dichos análisis de convergencia espacial de beneficios múltiples en función de los siguientes agrupadores:



Figura 1.- Regiones de Costa Rica.

(Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013a)



- La promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.
- El fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales.
- La introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo forestal sostenible.
- El desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales.

Este esfuerzo permitió identificar áreas donde cada agrupador podría proporcionar beneficios más allá de la mitigación del cambio climático. Se espera además que la información generada contribuya a desarrollar el Plan de Implementación de la EN-REDD+, a apoyar la búsqueda de financiamiento correspondiente y a reducir los riesgos potenciales de la puesta en práctica de esta iniciativa. La utilidad de los mapas generados para informar procesos de planificación y toma de decisiones, está condicionada por los umbrales utilizados para cada uno de los beneficios considerados. Dichos umbrales deberían reflejar los rangos de valores relevantes para Costa Rica de manera que la implementación de PAMs REDD+, contemple los niveles de beneficios múltiples esperados por el país. Por tanto, la selección de umbrales debería hacerse a través de un proceso consultivo que incluya expertos y partes interesadas relevantes.

2 Diseño e implementación de acciones REDD+ que potencien la provisión de beneficios múltiples en Costa Rica

Los análisis espaciales llevados a cabo en Costa Rica permitieron evaluar la convergencia de hasta siete beneficios múltiples que pudieran ser fortalecidos por la implementación de REDD+. Dichos beneficios fueron han sido priorizados por la Ley Forestal (Nº 7575,1996) (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica 1996), la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos (Nº 7779, 1998) (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica 1998) y en procesos de pre-consulta llevados a cabo en el país como preparación para REDD+ (Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria de Centroamericana 2014; Salazar Espinoza 2015):

- Mitigación de gases con efecto invernadero.
- Belleza escénica natural para fines turísticos.
- Conservación de la biodiversidad.
- Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico.
- Potencial de mejora socioeconómica.
- Control de la pérdida de suelo por erosión hídrica.
- Potencial para la mejora de la gobernanza.

Cada uno de estos beneficios fue interpretado por la Secretaría REDD+ - Costa Rica, el Programa ONU-REDD y FONAFIFO, en función de la información espacial disponible y el contexto establecido tanto por la EN-REDD+, así como el agrupador particular bajo evaluación (Tablas 1, 3 y 5 y Anexo). Dicha interpretación permitió identificar una variable indicadora que definiera cada beneficio a efectos de los análisis espaciales (Tablas 1, 3 y 5 y Anexo). Los análisis espaciales se realizaron bajo un enfoque de superposición de capas, que se combinaron de forma sumatoria asignando la misma importancia a cada una de ellas y con ello se generaron los mapas de convergencia de beneficios múltiples (Anexo).



2.1 Promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono

La agroforestería es la práctica de integrar y manejar árboles en paisajes, así como en zonas agrícolas y/o pecuarias (Minang et al. 2014). Esta práctica tiene el potencial de fomentar la intensificación y diversificación agrícola sostenible, reduciendo también las emisiones asociadas a la degradación de bosques, dado que permite incrementar la producción de leña y madera cerca de asentamientos humanos. Además, tiene el potencial para proveer servicios ecosistémicos y proporcionar productos forestales no-maderables que pudieran apoyar medios de vida locales (Jose 2009; Power 2010; Minang et al. 2011, 2014). En consecuencia, diversos autores han señalado el potencial de la agroforestería para contribuir a la mitigación y a la adaptación al cambio climático (Minang et al. 2014).

El Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) de Costa Rica promueve el desarrollo y mantenimiento de sistemas agroforestales como una de las herramientas disponibles para “*garantizar el abastecimiento sostenible de bienes maderables y no maderables y servicios ambientales*” (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones 2011). De igual manera, busca introducir y fortalecer instrumentos financieros que promuevan el desarrollo de estos sistemas y la comercialización de sus bienes y servicios (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones 2011). Por su parte, la EN-REDD+ contempla contribuir a la implementación de estas políticas con miras a mejorar las capacidades nacionales en el sector forestal (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). A esto se le suma que tanto la Estrategia para la Ganadería Baja en Carbono (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015a) como las Acciones Nacionales de Mitigación Apropriadas (NAMA, por sus siglas en inglés; Nieters et al. 2010; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015b) consideran la promoción de esta práctica para mejorar la productividad y la rentabilidad de la cafcultura y la actividad pecuaria, mientras se reducen las emisiones de gases con efecto invernadero (Nieters et al. 2010; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015b). En Costa Rica esto se traduciría en la introducción y/o reforzamiento de cercas vivas, el mantenimiento de parches boscosos, la protección y/o aumento de la cobertura arbórea y/o la introducción de leguminosas arbustivas para forraje (Nieters et al. 2010; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2015a, 2015b).

Dada la importancia de la agroforestería en el contexto nacional, se evaluó la convergencia potencial de beneficios múltiples que podrían fortalecerse en zonas agropecuarias de promover estas prácticas como parte de la implementación de REDD+ en Costa Rica (Anexo 1.1). Los beneficios considerados en relación a la promoción de prácticas agroforestales fueron: 1) apoyo a comunidades vulnerables por estrés hídrico, 2) potencial de mejora socio-económica, 3) control de la erosión hídrica y 4) potencial para la mejora de la gobernanza. Los indicadores utilizados para representar espacialmente estos beneficios están incluidos en la Tabla 1. Los beneficios de mitigación de emisiones de gases con efecto invernadero, belleza escénica y conservación de la biodiversidad no pudieron ser analizados debido a la falta de información espacial que se adecuara a este contexto.

El mapa 1a muestra la convergencia potencial de beneficios múltiples en zonas agropecuarias con potencial para promover prácticas agroforestales en Costa Rica como parte de la puesta en práctica de la EN-REDD+. La introducción y/o fortalecimiento de prácticas agroforestales podría favorecer la provisión de beneficios priorizados a nivel nacional en aproximadamente 1.250.000 Ha, y contribuir a alcanzar objetivos nacionales de desarrollo del sector forestal (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones 2011; Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015) (Tabla 2). Los resultados del análisis

indican que las regiones Brunca y Huetar Norte pudieran ser también relevantes para la implementación de prácticas agroforestales en el contexto REDD+ (Figura 2). Esto podría ser particularmente para la ejecución del NAMA Ganadería dada la existencia de áreas con alta densidad de ganado bovino en algunas de estas regiones (Mapa 1b).

Tabla 1. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de prácticas agroforestales como parte de la promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono*

Beneficio	Descripción	
Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico	Fundamento [†] : Bajo ciertas condiciones, la cobertura arbórea contribuye a mantener un balance hídrico positivo, por lo que aumentar la misma a través de prácticas agroforestales pudiera apoyar a comunidades que habitan zonas vulnerables por estrés hídrico.	
	Variable indicadora [‡] : Cantidad de estimada agua producida por un incremento de la cobertura arbórea en zonas vulnerables al estrés hídrico (i.e. áreas donde la disponibilidad de agua para uso humano es menor que la demanda) (Instituto Meteorológico Nacional 2005; Mulligan 2013; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados 2016).	Umbral [§] : > 0 mm/año por Km ²
Potencial de mejora socioeconómica	Fundamento [†] : La agroforestería tienen el potencial de apoyar medios de vida locales y servir como instrumentos para mitigar la pobreza, dado que puede favorecer la provisión de bienes y servicios que contribuir al ingreso económico familiar y a mejorar la calidad vida de comunidades aledañas.	
	Variable indicadora [‡] : Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013d).	Umbral [§] : ≤ 43,4%
Control de la erosión hídrica	Fundamento [†] : La cobertura arbórea tiene la capacidad de retener el suelo y proteger terrenos en riesgo por erosión hídrica. La introducción y/o fortalecimiento de prácticas agroforestales en zonas agrícolas pudiera contribuir a la provisión de este beneficio.	
	Variable indicadora [‡] : Riesgo relativo de erosión hídrica (Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013).	Umbral [§] : Niveles moderado, alto y muy alto
Potencial para la mejora de la gobernanza	Fundamento [†] : La implementación de REDD+ tiene el potencial de promover mejoras en los procesos de toma de decisión asociados a la protección de la cobertura arbórea ya que trae consigo un marco de salvaguardas que deben ser abordadas y respetadas para reducir riesgos sociales y ambientales que pueden surgir de su puesta en práctica. En consecuencia, la introducción y/o fortalecimiento en el contexto REDD+ podría fortalecer los procesos de toma de decisión.	
	Variable indicadora [‡] : Distancia euclidiana a oficinas gubernamentales con acceso al Mecanismo de Información, Retroalimentación e Inconformidades para las Partes Interesadas Relevantes de la EN-REDD+ (MIRI) (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015b; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016).	Umbral [§] : ≤ 10 km de distancia

*El Anexo 1.1 contiene información detallada sobre cómo cada beneficio fue definido en el contexto de los análisis espaciales, así como sobre los métodos utilizados y los umbrales seleccionados en cada caso. †La definición de cada beneficio fue llevada a cabo por la Secretaría REDD+ - Costa Rica, el Programa ONU-REDD y FONAFIFO, en función de la información espacial disponible y el contexto establecido tanto por la EN-REDD+ como por el agrupador particular bajo evaluación. Dicha interpretación permitió identificar una variable indicadora en cada caso para ser utilizada en los análisis espaciales. ‡Los umbrales utilizados en este análisis fueron escogidos siguiendo el principio de precaución, por lo que se abarcó un rango amplio de valores (i.e. medios a altos de acuerdo a cada variable) en cada caso.

Tabla 2. Área de zonas agropecuarias con potencial para la promoción de prácticas agroforestales en función del número de beneficios que convergen en las mismas.

Número de beneficios	Área (aproximada Ha)
1 beneficio	865.407
2 beneficios	322.870
3 beneficios	64.872
4 beneficios	4.774
Área total de zonas con potencial para la agroforestería que reportan beneficios	1.257.923

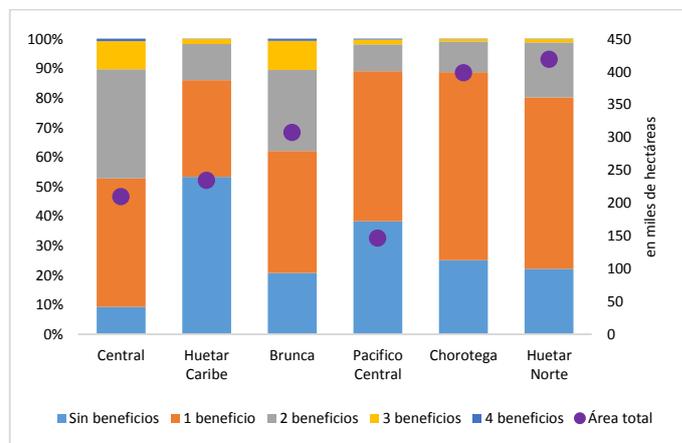


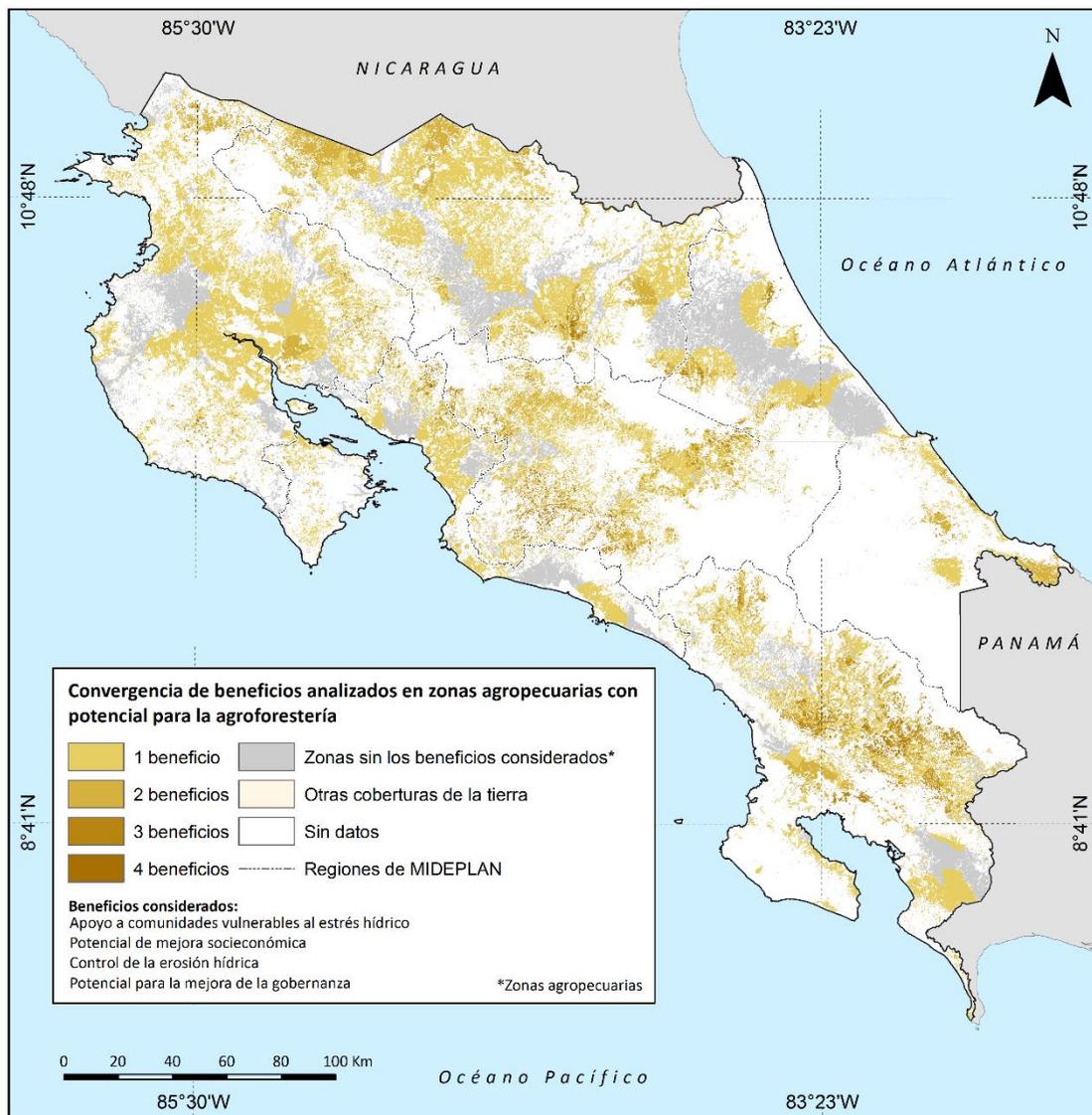
Figura 2. Distribución relativa por región de MIDEPLAN de la cantidad de beneficios múltiples potenciales que convergen en zonas agropecuarias en las que podrían introducirse y/o fortalecerse prácticas agroforestales.



Este análisis está limitado a los beneficios considerados como prioritarios y a la información disponible para su representación espacial. En consecuencia, es importante destacar que la agroforestería tiene el potencial de proporcionar otros beneficios prioritarios no considerados en este documento. La implementación de dichas prácticas en sistemas productivos tropicales puede, por ejemplo, incrementar la densidad de biomasa y como consecuencia los sumideros de carbono (Ávila et al. 2001; Albrecht & Kandji 2003; Montagnini & Nair 2004). También existen evidencias del potencial de los sistemas agroforestales para contribuir a la conservación de la biodiversidad, ya que generan sistemas multi-estratificados que proporcionan hábitats para diferentes especies (Guiracocha et al. 2001; Schroth et al. 2004; Bhagwat et al. 2008). Es probable además, que la promoción de prácticas agroforestales beneficie indirectamente a las áreas de bosque adyacentes a las zonas agropecuarias donde estas son implementadas, mitigando el efecto de borde si los esfuerzos incluyen su planificación como zonas de amortiguamiento (Mapa 1c) (Schroth et al. 2004).

Mapa 1a: Convergencia de beneficios priorizados que pudieran ser potenciados por la introducción de prácticas agroforestales como parte de la promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono³

Este mapa muestra el potencial para la provisión de beneficios múltiples que pudiera tener la implementación de prácticas agroforestales en zonas agropecuarias de Costa Rica. Los beneficios considerados incluyen: 1) apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico, 2) potencial de mejora socio-económica, 3) control de la erosión hídrica y 4) potencial para la mejora de la gobernanza. El sombreado más oscuro indica las zonas donde convergen un mayor número de estos beneficios (hasta un máximo de cuatro). Estas áreas agropecuarias podrían ser de especial interés para la implementación de acciones REDD+ relacionadas con la agroforestería, particularmente en las regiones Brunca y Huetar Norte.



³ **Fuentes de datos:** Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico: Cantidad de estimada agua producida por los bosques en zonas vulnerables al estrés hídrico. Elaboración propia en base a Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016), Instituto Meteorológico Nacional (2005), y Mulligan (2013). **Potencial de mejora socioeconómica:** Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b). **Control de la erosión hídrica:** Riesgo relativo de erosión hídrica. Elaboración propia a partir de datos de Elaboración propia en base a Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013). **Potencial para la mejora de la gobernanza:** Elaboración propia a partir de la ubicación de oficinas de FONAFIFO, SINAC y MAG en Costa Rica (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016). **Regiones de MIDEPLAN:** Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2013a). **Cobertura zonas agropecuarias:** Serie Histórica de Costa Rica (2015).

Mapa 1c: Cobertura forestal de Costa Rica⁵

Este mapa presenta la cobertura forestal de Costa Rica. La promoción de prácticas agroforestales como parte de la implementación de REDD+ en el país pudiera contemplar el establecimiento de zonas de amortiguamiento colindantes a estos bosques para fortalecer esfuerzos de conservación de la biodiversidad.



⁵ Fuente de datos: Cobertura forestal: Serie Histórica de Costa Rica (2015).



2.2 Fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales

Los incendios forestales representan una causa importante de degradación forestal y emisiones de carbono en Costa Rica, además de tener un impacto negativo sobre la biodiversidad (Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015; Sierra et al. 2016). El Pacífico seco, en particular, reporta eventos masivos cuya atención representa un reto para los organismos del Estado costarricense (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). De acuerdo a la EN-REDD+, REDD+ podría generar incentivos para fortalecer programas de prevención y control de incendios con miras a asegurar y/o potenciar la provisión de beneficios múltiples por parte de los bosques de Costa Rica (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015).

Para este informe se generó un mapa que permite visualizar la incidencia de incendios forestales en Costa Rica entre 2013 y 2015, dada la disponibilidad de datos para este período (Mapa 2). Esto se realizó a partir de la concentración de puntos de ocurrencia de incendios acaecidos dentro o cerca de bosques⁶ en ese periodo de tiempo (Anexo 1.2). Los resultados indican que la región Chorotega es la que presenta la mayor incidencia de incendios durante el período analizado (Mapa 2). Tal situación podría ser modulada por el clima seco predominante en la región, así como por el uso de ciertas especies de forraje; por lo que podría ser prioritario integrar acciones REDD+ al fortalecimiento de programas para el control de incendios en zonas boscosas donde se conjugan los beneficios priorizados en esta región (Mapas 3a, 2 y 4). Dicho fortalecimiento podría contribuir a mantener y/o potenciar la provisión de los mismos en una región de alto interés turístico y donde se reportan altos niveles de extracción hídrica (Valverde 2013). De igual manera, se podrían orientar esfuerzos en el Pacífico Central y en Brunca donde también se han registrado focos de incendios durante el período analizado (Mapa 2).

⁶ Definidos según Serie Histórica de Costa Rica (2015), para mayor información consultar el Anexo.

2.3 Introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques

Los bosques tropicales de Costa Rica forman parte de los mayores reservorios de biodiversidad terrestre a nivel mundial, y proporcionan bienes y servicios ecosistémicos fundamentales para poblaciones humanas tanto a nivel local, como regional y nacional. La Secretaría REDD+ - Costa Rica con el apoyo del Programa ONU-REDD y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), evaluó la convergencia de los beneficios priorizados en los bosques de Costa Rica para conocer el potencial que tendría la introducción de incentivos asociados al fortalecimiento de su conservación y el manejo sostenible para mantener la provisión de tales beneficios múltiples. Dichos incentivos forman parte de las PAMs incluidas en la EN-REDD+.

Los bosques fueron definidos de acuerdo al trabajo realizado por Serie Histórica de Costa Rica (2015)⁸. Todos los beneficios mencionados en la Sección 2 fueron incorporados en este análisis espacial (Tabla 3) y el procedimiento utilizado se describe en el Anexo 1.3.

Tabla 3. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de incentivos para fortalecer la conservación y manejo sostenible de bosques*

Beneficio	Descripción	
Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero	Fundamento [†] : Los bosques tropicales conforman una de las mayores reservas de carbono forestal a nivel mundial. Su deforestación y degradación ocasiona la liberación del mismo y su restauración como sumidero.	
	Variable indicadora [†] : Densidad de carbono en biomasa por clase de cobertura de la tierra según Serie Histórica de Costa Rica (2015) y Pedroni et al. (2015).	Umbral [†] : > 50 Tn C/ha
Belleza escénica natural para fines turísticos	Fundamento [†] : El turismo basado en naturaleza tiene el potencial de generar ingresos que promuevan su conservación y mejoren las condiciones de vida local. La belleza escénica puede promover el flujo de visitantes hacia áreas que realicen esta actividad.	
	Variable indicadora [†] : Distribución de pisos de demanda turística internacional según el Instituto Costarricense de Turismo (2012-2014) (Instituto Costarricense de Turismo 2014).	Umbral [†] : > 1000 pernoctas
Conservación de la biodiversidad	Fundamento [†] : Los bosques tropicales son los ecosistemas terrestres con mayor riqueza de especies, por lo que su conservación contribuiría a asegurar la protección de la biodiversidad a largo plazo.	
	Variable indicadora [†] : Riqueza de especies forestales amenazadas de acuerdo a IUCN (2017).	Umbral [†] : ≥ 11 especies
Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico	Fundamento [†] : Bajo ciertas condiciones, los bosques contribuyen a mantener un balance hídrico positivo, por lo que su presencia puede apoyar a comunidades que habitan zonas vulnerables por estrés hídrico.	
	Variable indicadora [†] : Cantidad de estimada agua producida por los bosques en zonas vulnerables al estrés hídrico (i.e. áreas donde la disponibilidad de agua para uso humano es menor que la demanda) (Instituto Meteorológico Nacional 2005; Mulligan 2013; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados 2016).	Umbral [†] : > 0 mm/año por Km ²
Potencial de mejora socioeconómica	Fundamento [†] : Los bosques tienen el potencial de apoyar medios de vida locales y servir como instrumentos para mitigar la pobreza, dado que proveen bienes y servicios que pueden contribuir al ingreso económico familiar y a mejorar la calidad vida de comunidades dependientes.	
	Variable indicadora [†] : Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b).	Umbral [†] : ≤ 43,4%
Control de la erosión hídrica	Fundamento [†] : Los bosques tienen la capacidad de retener el suelo y proteger terrenos en riesgo por erosión hídrica.	
	Variable indicadora [†] : Riesgo relativo de erosión hídrica (Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013).	Umbral [†] : Niveles moderado, alto y muy alto
Potencial para la mejora de la gobernanza	Fundamento [†] : La implementación de REDD+ tiene el potencial de promover mejoras en los procesos de toma de decisión asociados a la conservación y manejo sostenible de bosques ya que trae consigo un marco de salvaguardas que deben ser abordadas y respetadas para reducir riesgos sociales y ambientales que pueden surgir de su puesta en práctica.	

⁸ Los bosques incluidos fueron aquellos definidos bosques muy húmedos y pluviales, bosques húmedos y bosques secos independientemente de su edad.

Variable indicadora[†]: Distancia euclidiana a oficinas gubernamentales con acceso al Mecanismo de Información, Retroalimentación e Inconformidades para las Partes Interesadas Relevantes de la EN-REDD+ (MIRI) (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015b; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016).

Umbral[‡]: ≤ 10 km de distancia

*El Anexo 1.3 contiene información detallada sobre cómo cada beneficio fue definido en el contexto de los análisis espaciales, así como sobre los métodos utilizados y los umbrales seleccionados en cada caso. [†]La definición de cada beneficio fue llevada a cabo por la Secretaría REDD+ - Costa Rica, el Programa ONU-REDD y FONAFIFO, en función de la información espacial disponible y el contexto establecido tanto por la EN-REDD+ como por el agrupador particular bajo evaluación. Dicha interpretación permitió identificar una variable indicadora en cada caso para ser utilizada en los análisis espaciales. [‡]Los umbrales utilizados en este análisis fueron escogidos siguiendo el principio de precaución, por lo que se abarcó un rango amplio de valores (i.e. medios a altos de acuerdo a cada variable) en cada caso.

El mapa 3a muestra la convergencia de los beneficios priorizados en los bosques de Costa Rica y su distribución abarca más de 2.908.500 Ha en estos ecosistemas (Tabla 4). Los resultados muestran que las áreas silvestres protegidas y los territorios indígenas concentran la mayor convergencia de beneficios múltiples. La introducción de incentivos para promover la conservación de los bosques así como su manejo sostenible (Mapa 3b), podría contemplar la ampliación del PPSA especialmente en aquellos bosques que proveen los beneficios priorizados pero presentan mayores riesgos de deforestación y/o degradación. La combinación de esta información con escenarios de deforestación futura para áreas con una mayor convergencia de beneficios que además están en riesgo de deforestación sería de gran utilidad en este sentido.

Las 6 regiones socioeconómicas de MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013a) presentan bosques donde convergen cinco o más beneficios priorizados, lo que podría indicar que la implementación de los incentivos antes mencionados pudiera ser relevante en cada una de ellas (Figura 3). Por otro lado, su distribución espacial indica la necesidad de aceptar ciertos compromisos en la provisión de beneficios múltiples durante el proceso de priorización de áreas en las que se introducirían tales incentivos. Huetar Norte y Brunca, por ejemplo, podrían ser de particular interés dado que son las únicas regiones donde convergen los siete beneficios priorizados; al igual que Central, Huetar Caribe y Chorotega que conjugan una mayor cobertura de bosque con alta convergencia de beneficios (Figura 3).

Tabla 4. Área de bosque aproximada en base al número de beneficios que convergen en las mismas.

Número de beneficios	Área (aproximada Ha)
1 beneficio	178.814
2 beneficios	541.482
3 beneficios	817.376
4 beneficios	722.477
5 beneficios	503.536
6 beneficios	141.180
7 beneficios	3.733
Área total de bosque con beneficios	2.908.597

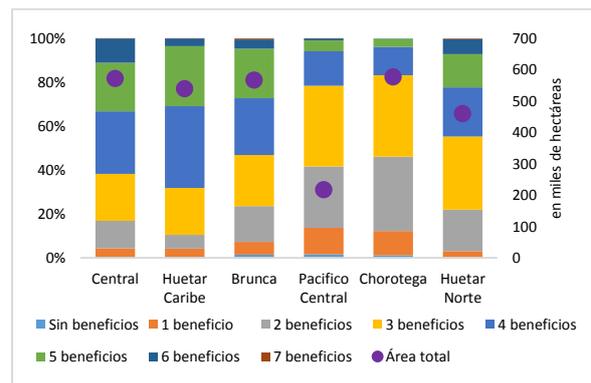


Figura 3. Distribución relativa por región de MIDEPLAN de la cantidad de beneficios múltiples que convergen en los bosques.

Mapa 3a. Convergencia de beneficios múltiples que podrían ser protegidos por la introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques⁹

Este mapa muestra la convergencia de beneficios priorizados en los bosques de Costa Rica. El sombreado más oscuro indica zonas donde convergen un mayor número de beneficios (hasta un máximo de siete). Esta información en combinación con la expuesta en el mapa 3b, podría orientar el establecimiento de acciones REDD+ para fortalecer la conservación y manejo sostenible de bosques primarios en el país basadas en la provisión de beneficios priorizados por el país.



⁹ Fuentes de datos: **Mitigación de gases de efecto invernadero:** Densidad de carbono en biomasa. Elaboración propia a partir de datos de Serie Histórica de Costa Rica (2015) y Pedroni et al. (2015). **Belleza escénica natural para fines turísticos:** Distribución de pisos de demanda turística internacional 2012-2014 (Instituto Costarricense de Turismo 2014). **Conservación de la biodiversidad:** Riqueza de especies forestales amenazadas. Elaboración propia a partir de datos de IUCN (2017). **Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico:** Cantidad de estimada agua producida por los bosques en zonas vulnerables al estrés hídrico. Elaboración propia en base a Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016), Instituto Meteorológico Nacional (2005), y Mulligan (2013). **Potencial de mejora socioeconómica:** Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b). **Control de la erosión hídrica:** Riesgo relativo de erosión hídrica. Elaboración propia a partir de datos de Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013). **Potencial para la mejora de la gobernanza:** Elaboración propia a partir de la ubicación de oficinas de FONAFIFO, SINAC y MAG en Costa Rica (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015b; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016). **Regiones de MIDEPLAN:** Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2013a). **Cobertura forestal:** Serie Histórica de Costa Rica (2015).



2.4 Desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales

La restauración de ecosistemas forestales tiene el potencial de fortalecer la provisión de beneficios múltiples de los bosques costarricenses. Una gran proporción de zonas con potencial para la restauración se encuentran en terrenos privados destinados a la actividad agropecuaria, por lo que su rol como reservas de carbono forestal y proveedor de beneficios sociales y ambientales podría ser relevante tanto para alcanzar compromisos asociados a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero en el sector agrícola, como para aquellos relacionados a la conservación de la biodiversidad (Dirección de Cambio Climático 2012, 2017; Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015).

La regeneración natural de bosques propiciada por la eliminación y/o modificación de agentes de perturbación (ej. Mapa 2), es una de las estrategias utilizadas para la recuperación de grandes áreas boscosas (Lamb et al. 2005). En Costa Rica, particularmente, la región de Chorotega muestra evidencias de la efectividad de esta práctica en bosques secundarios¹¹ tropicales sujetos a procesos de degradación intensivos (Arroyo-Mora et al. 2005). La implementación de la EN-REDD+ contempla acciones que contribuyan con la Estrategia de Restauración del Paisajes Degradados actualmente en desarrollo (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). Esta incluye el manejo del bosque secundario en vinculación con el PPSA, la reforestación de zonas ganaderas abandonadas y bosques riparios, entre otras actividades (IUCN-ORMACC 2016).

Para contribuir en este sentido, se llevó a cabo un análisis espacial que permite evaluar la convergencia potencial de beneficios múltiples que podrían fortalecerse a través del establecimiento de un programa para la restauración en bosques secundarios y suelos desnudos de acuerdo con Serie Histórica de Costa Rica (2015) (Anexo 1.4). En este caso, los beneficios considerados fueron: 1) mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2) conservación de la biodiversidad, 3) apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico, 4) potencial de mejora socioeconómica, 5) control de la pérdida de suelo por erosión y 6) potencial para la mejora de la gobernanza (Tabla 5). El beneficio asociado a belleza escénica no fue considerado en este análisis por no contarse con información espacial que permitiera generar un indicador adecuado para su representación con respecto a este agrupador particular. Al igual que para los casos anteriores, la concentración espacial de beneficios se evaluó utilizando un enfoque de superposición en el que se combinaron las capas de información de forma sumatoria (Anexo 1.4).

De acuerdo con los análisis realizados, la restauración forestal podría fortalecer la provisión de beneficios priorizados en aproximadamente 889.600 Ha (Tabla 6). Las áreas potenciales se encuentran dispersas en el territorio costarricense por lo que requieren de esfuerzos concertados entre los sectores públicos y privados (Mapa 4). Las cuencas de Abangares, Grande de Tárcoles, Parrita y Tusubres pudieran ser de especial interés en este contexto dada la cantidad de beneficios que convergen en las mismas y el hecho de que fueron priorizadas por la Estrategia de Restauración de Paisajes Degradados actualmente en desarrollo (Figura 4). Las cuencas de Tempisque y la Península de Nicoya, también priorizadas, abarcan la mayor extensión de áreas con potencial para la restauración en la que se reportan por lo menos uno de los beneficios priorizados (Tabla 6 y Figura 4). Esta información pudiera contribuir a justificar el fortalecimiento de programas de prevención y

¹¹ Definidos como aumentos en la cobertura boscosa en base a análisis de cambios en la cobertura de la tierra basados en registros de fotografías aéreas e imágenes satelitales.

control de incendios forestales discutidos en la sección 2.2, ya que dichos programas favorecerían la regeneración natural de bosques en esas regiones y por tanto la provisión de beneficios priorizados.

Tabla 5. Beneficios múltiples considerados en el análisis espacial para el diseño de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales

Beneficio	Descripción	
Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero	Fundamento [†] : Los bosques tropicales conforman una de las mayores reservas de carbono forestal a nivel mundial. Su deforestación y degradación ocasiona la liberación del mismo y su restauración contribuye a fortalecer el rol de sumidero de estos ecosistemas.	
	Variable indicadora [‡] : Densidad de carbono en biomasa que podría obtenerse por la restauración de paisajes y ecosistemas forestales según Serie Histórica de Costa Rica (2015) y Pedroni et al. (2015).	Umbral [‡] : > 50 Tn C/ha
Conservación de la biodiversidad	Fundamento [†] : Los bosques tropicales son los ecosistemas terrestres con mayor riqueza de especies, por lo que su restauración contribuiría a asegurar la protección de la biodiversidad a largo plazo.	
	Variable indicadora [‡] : Riqueza de especies forestales amenazadas de acuerdo a IUCN (2017).	Umbral [‡] : ≥ 11 especies
Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico	Fundamento [†] : Bajo ciertas condiciones, los bosques contribuyen a mantener un balance hídrico positivo, por lo que su presencia y/o restauración tiene el potencial apoyar a comunidades que habitan zonas vulnerables por estrés hídrico (i.e. áreas donde la disponibilidad de agua para uso humano es menor que la demanda).	
	Variable indicadora [‡] : Cantidad de estimada agua producida por la restauración de bosques en zonas vulnerables al estrés hídrico (Instituto Meteorológico Nacional 2005; Mulligan 2013; Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados 2016).	Umbral [‡] : > 0 mm/año por Km ²
Potencial de mejora socioeconómica	Fundamento [†] : Los bosques tienen el potencial de apoyar medios de vida locales y servir como instrumentos para mitigar la pobreza, dado que proveen bienes y servicios que pueden contribuir al ingreso económico familiar y a mejorar la calidad vida de comunidades dependientes. Su restauración tiene el potencial de contribuir con la provisión de este beneficio.	
	Variable indicadora [‡] : Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b).	Umbral [‡] : ≤ 43,4%
Control de la erosión hídrica	Fundamento [†] : Los bosques tienen la capacidad de retener el suelo y proteger terrenos en riesgo por erosión hídrica. La restauración de paisajes y ecosistemas boscosos tiene el potencial de contribuir con la provisión de este beneficio.	
	Variable indicadora [‡] : Riesgo relativo de erosión hídrica (Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013).	Umbral [‡] : Niveles moderado, alto y muy alto
Potencial para la mejora de la gobernanza	Fundamento [†] : La implementación de REDD+ tiene el potencial de promover mejoras en los procesos de toma de decisión asociados al manejo de la cobertura forestal ya que trae consigo un marco de salvaguardas que deben ser abordadas y respetadas para reducir riesgos sociales y ambientales que pueden surgir de su puesta en práctica.	
	Variable indicadora [‡] : Distancia euclidiana a oficinas gubernamentales con acceso al Mecanismo de Información, Retroalimentación e Inconformidades para las Partes Interesadas Relevantes de la EN-REDD+ (MIRI) (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015b; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016).	Umbral [‡] : ≤ 10 km de distancia

*El Anexo 1.4 contiene información detallada sobre cómo cada beneficio fue definido en el contexto de los análisis espaciales, así como sobre los métodos utilizados y los umbrales seleccionados en cada caso. †La definición de cada beneficio fue llevada a cabo por la Secretaría REDD+ - Costa Rica, el Programa ONU-REDD y FONAFIFO, en función de la información espacial disponible y el contexto establecido tanto por la EN-REDD+ como por el agrupador particular bajo evaluación. Dicha interpretación permitió identificar una variable indicadora en cada caso para ser utilizada en los análisis espaciales. ‡Los umbrales utilizados en este análisis fueron escogidos siguiendo el principio de precaución, por lo que se abarcó un rango amplio de valores (i.e. medios a altos de acuerdo a cada variable) en cada caso.

Tabla 6. Extensión de zonas con potencial para la restauración de paisajes y ecosistemas forestales en función del número de beneficios que convergen en las mismas.

Número de beneficios	Área (aproximada Ha)
1 beneficio	195.373
2 beneficios	320.120
3 beneficios	250.542
4 beneficios	109.340
5 beneficios	13.952
6 beneficios	276
Área total de zonas con potencial para la restauración que reportan beneficios	889.603

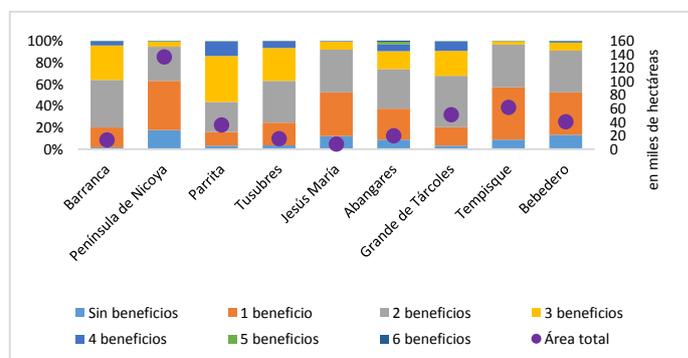
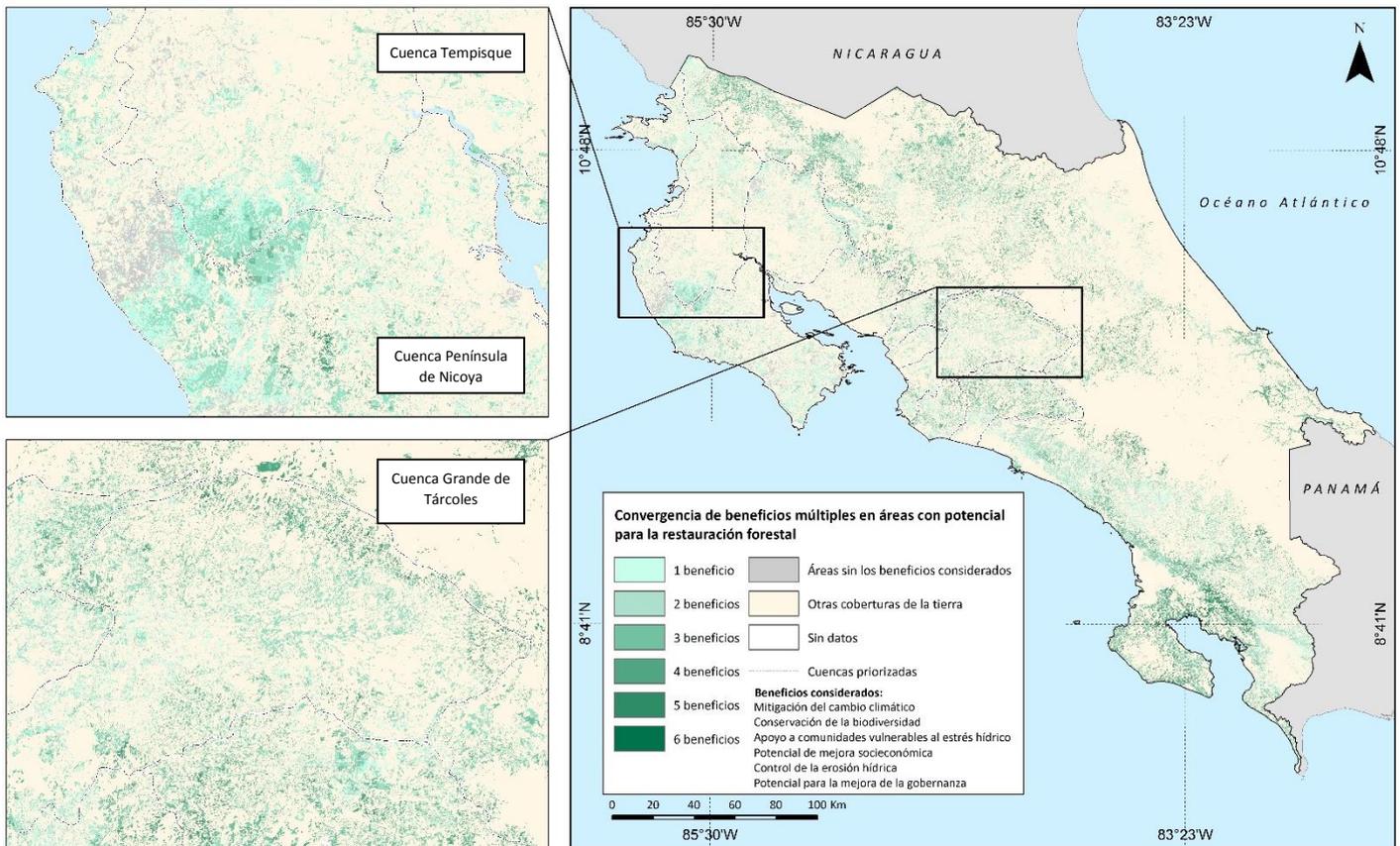


Figura 4. Distribución relativa por cuenca prioritizada de beneficios múltiples que pudieran potenciarse por la restauración de paisajes y ecosistemas forestales.

Mapa 4: Convergencia de beneficios priorizados que pudieran ser potenciados por el desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales¹²

Este mapa presenta la convergencia de beneficios priorizados que podrían ser potenciados a través de la restauración de bosques en Costa Rica. El color oscuro indica zonas donde converge un mayor número de beneficios, lo cual se distribuye tanto fuera como dentro de las cuencas priorizadas por la Estrategia de Restauración de Paisajes Degradados. Dentro del conjunto de cuencas priorizadas, las cuencas de Abangares, Grande de Tárcoles, Parrita y Tusubres pudieran ser prioritarias dada la cantidad de beneficios que convergen en las mismas.

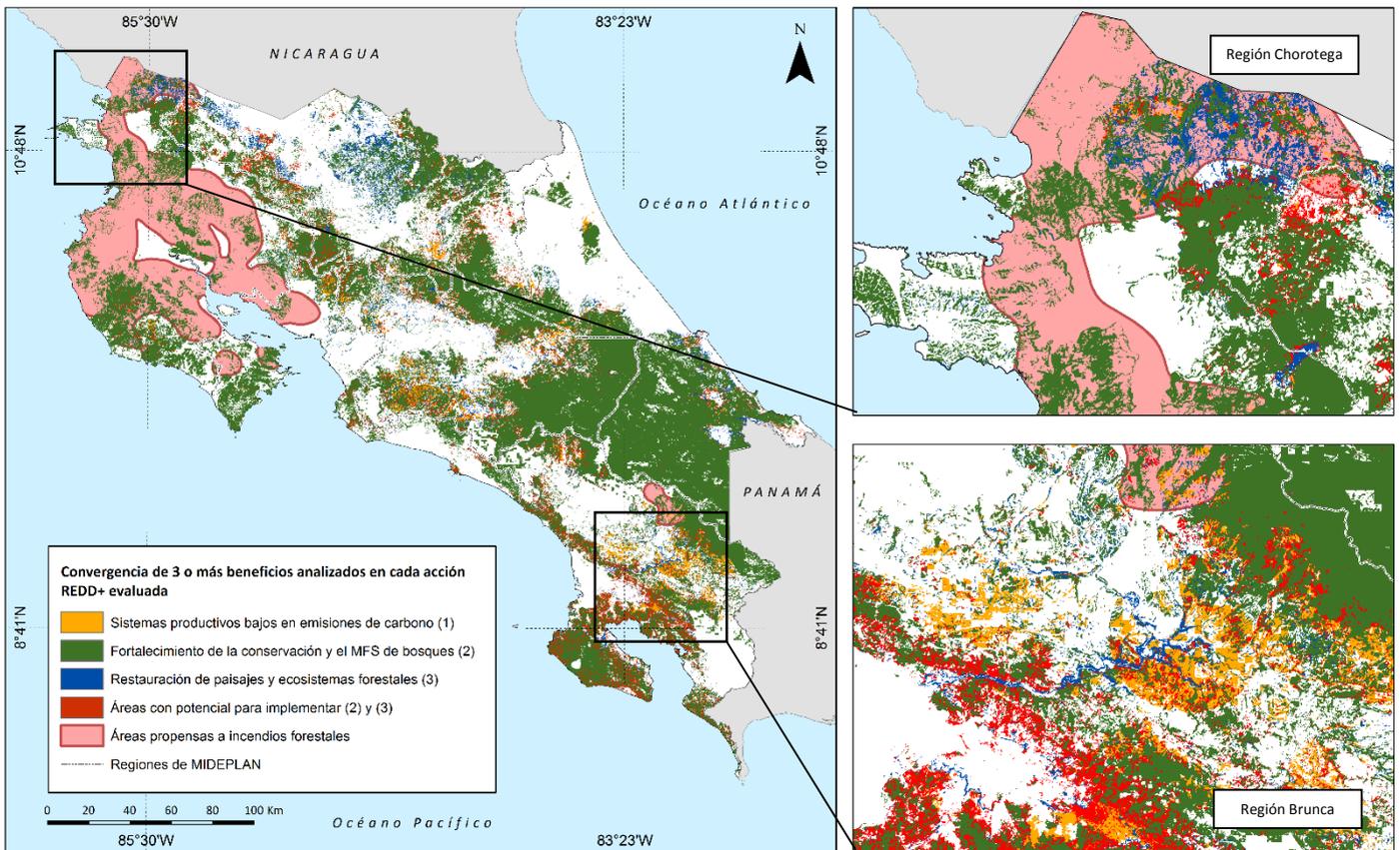


¹² **Mitigación de gases de efecto invernadero:** Densidad de carbono en biomasa. Elaboración propia a partir de datos de Serie Histórica de Costa Rica (2015); Pedroni et al. (2015). **Conservación de la biodiversidad:** Riqueza de especies forestales amenazadas. Elaboración propia a partir de datos de IUCN (2017). **Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico:** Cantidad de estimada agua producida por la restauración de bosques en zonas vulnerables al estrés hídrico. Elaboración propia en base a Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016), Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Mulligan (2013). **Potencial de mejora socioeconómica:** Índice de Desarrollo Social (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b). **Control de la erosión hídrica:** Riesgo relativo de erosión hídrica. Elaboración propia a partir de datos del Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013). **Potencial para la mejora de la gobernanza:** Elaboración propia a partir de la ubicación de oficinas de FONAFIFO, SINAC y MAG en Costa Rica (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015b; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016). **Cuencas priorizadas:** Elaboración propia en base a Instituto Tecnológico de Costa Rica (2014). **Cobertura de la tierra:** (Serie Histórica de Costa Rica 2015).

2.5 Compendio de áreas con potencial para proveer beneficios múltiples

A fin de identificar áreas que pudieran ser de interés para el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+, se generó un mapa compendio mostrando las áreas en las que convergen tres o más beneficios analizados así como las zonas con alta incidencia de incendios (Mapa 5). Este mapa evidencia que puesta en práctica de la EN-REDD+ tendría el potencial de fortalecer la provisión de beneficios priorizados a nivel nacional a lo largo de más de 2.377.000 Ha de territorio (Tabla 7). Las regiones Brunca y Chorotega son particularmente interesantes en este contexto ya que podrían conjugarse todos los agrupadores dentro de las mismas. La concentración de áreas relevantes en las regiones Huetar Norte y Central también podría ser de interés en los procesos de toma de decisiones sobre la puesta en práctica de la EN-REDD+. Es importante destacar que las áreas presentes en el mapa 5, parten de la selección de un umbral específico de beneficios convergentes (3 o más) y debe evaluarse si el mismo responde a las necesidades particulares de los procesos de toma de decisiones sobre la implementación de la EN-REDD+.

Mapa 5: Compendio de áreas donde convergen 3 o más beneficios priorizados en cada uno de los agrupadores de Políticas, Acciones y Actividades analizados¹³



¹³ Fuentes de datos: Sistemas productivos bajos en emisiones de carbono: Elaboración propia mapa 1a. Fortalecimiento de la conservación y el MFS de bosques: Elaboración propia mapa 3a. Restauración de paisajes y ecosistemas forestales: Elaboración propia mapa 4. Áreas con potencial para implementar 3 y/o 4: Elaboración propia mapas 3a y 4. Áreas propensas a incendios forestales: Elaboración propia mapa 2. Regiones de MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (2013).



Tabla 7. Extensión de zonas en las que convergen tres o más beneficios prioritarios para cada agrupador de Políticas, Acciones y Actividades analizado.

Acción REDD+ macro	Área (aproximada Ha)
Sistemas productivos bajos en emisiones de carbono (PAA1)	69.646
Fortalecimiento de la conservación y el MFS de bosques (PAA3)	1.933.423
Restauración de paisajes y ecosistemas forestales (PAA4)	119.232
Áreas con potencial para implementar PAA3 y/o PAA4	254.878
Área total de zonas donde convergen 3 o más beneficios priorizados	2.377.179



3 Conclusiones

Estos análisis pretenden contribuir a promover que los beneficios múltiples asociados a la implementación de REDD+ sean considerados adecuadamente en procesos de planificación y toma de decisiones en Costa Rica. La información generada en este trabajo, junto con los resultados del Análisis de Costo Beneficio llevado a cabo por Vega-Araya (2016), puede contribuir con el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+.

Este informe evidencia además posibles sinergias entre la puesta en práctica de REDD+ en Costa Rica y objetivos nacionales y/o compromisos internacionales contenidos en: el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 “Alberto Cañas Escalante”, la Política Nacional de Biodiversidad 2015-2030 Costa Rica, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, las Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional y el Proyecto de Cuentas Ambientales del Banco Central de Costa Rica. Entre ellas se destacan: (1) promover acciones que garanticen bienestar, seguridad y competitividad frente al cambio climático (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2014), (2) detener la deforestación en terrenos con potencial para la restauración forestal (Dirección de Cambio Climático 2012) e (3) introducir mecanismos para insertar la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en el quehacer público y privado (Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad y Sistema Nacional de Areas de Conservación 2015). El aprovechamiento de estas sinergias permitiría contribuir a que la aplicación de REDD+ en Costa Rica apoye también el alcance de objetivos de la CMUNCC tales como: el mantenimiento de la resiliencia ecosistémica y la capacidad de adaptación de poblaciones humanas, la reducción de pobreza, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible (Decision 1/CP. 16 2011; Decision 2/CP. 17 2012).

Los análisis espaciales presentados en este trabajo pueden orientar la puesta en prácticas de PAMs REDD+ específicas en el país, ya que permiten identificar áreas de interés para la provisión de beneficios más allá de la mitigación del cambio climático. Además podrían contribuir al desarrollo de enfoques orientados a asegurar el abordaje las salvaguardas de Cancún en el país, que buscan potenciar beneficios y evitar riesgos de la implementación de REDD+.

Los análisis que se presentan en este informe están limitados a los beneficios priorizados a nivel nacional, así como a la disponibilidad de información que permita evaluarlos en los contextos particulares de cada agrupador analizado. En tal sentido, se recomienda su actualización a la luz de nueva información que pudiera representar de forma más ajustada los beneficios en cuestión, o que permita la incorporación de aquellos que no fueron incluidos dados los actuales vacíos actuales de información.

La utilidad de los mapas generados para informar procesos de planificación y toma de decisiones, está condicionada por los umbrales utilizados para cada uno de los beneficios considerados. Dichos umbrales deberían reflejar los rangos de valores relevantes para Costa Rica de manera que la implementación de PAMs REDD+, contemple los niveles de beneficios múltiples esperados por el país. Por tanto, la selección de umbrales debería hacerse a través de un proceso consultivo que incluya expertos y partes interesadas relevantes.

La introducción y/o fortalecimiento de prácticas agroforestales en zonas agropecuarias como parte de la implementación de la EN-REDD+ favorecería la provisión de beneficios priorizados a nivel nacional y tendría el potencial de contribuir al desarrollo del sector forestal. Las regiones Brunca y Huetar Norte, pudieran ser particularmente relevantes en la implementación PAMs REDD+ específicas en este



contexto. Esto permitiría además contribuir a alcanzar objetivos establecidos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Estrategia Ganadera Baja en Carbono y NAMAs del sector agropecuario, estableciendo a su vez sinergias con el sector productivo nacional.

La integración de acciones REDD+ al fortalecimiento de programas de control de incendios en áreas boscosas de la región de Chorotega, podría contribuir a mantener y/o potenciar la provisión de los beneficios múltiples en una región de alto interés turístico y donde se reportan altos niveles de extracción hídrica. De igual manera, se podrían orientar esfuerzos en Pacífico Central y en aquellos territorios indígenas que se ubican dentro de la Brunca donde en el pasado se registraron focos de incendio en el pasado.

La implementación de incentivos para la conservación y/o manejo sostenible de los bosques en Costa Rica pudiera ser relevante en cada una de las regiones que componen el territorio costarricense dado la convergencia de beneficios múltiples en cada una de ellas, entre otros factores. Esto podría contemplar la ampliación del PPSA con particular énfasis en áreas que proveen los beneficios priorizados pero presentan mayores riesgos de deforestación y/o degradación. Las regiones Huetar Norte y Brunca podrían ser de particular interés dado que son las únicas regiones donde convergen los siete beneficios priorizados; al igual que Central, Huetar Caribe y Chorotega. La implementación de esta acción REDD+ podría conjugarse con esfuerzos nacionales asociados a la Política Nacional de Biodiversidad 2015-2030 Costa Rica dado su potencial para contribuir con la conservación bosques primarios.

Las áreas potenciales para fortalecer la provisión de beneficios múltiples por medio de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales se encuentran dispersas en el territorio costarricense, por lo que se requiere de esfuerzos concertados entre los sectores públicos y privados. Las cuencas de Abangares, Grande de Tárcoles, Parrita y Tusubres pudieran ser de especial interés en este contexto y han sido priorizadas por la Estrategia de Restauración de Paisajes Degradados.

La provisión de beneficios múltiples de REDD+ podría ser relevante para el desarrollo de un programa de restauración paisajes y ecosistemas forestales en Costa Rica. La existencia de bosques secundarios en terrenos privados podría favorecer también sinergias con el sector productivo en pro de la provisión de beneficios múltiples, de forma similar al caso de las prácticas agroforestales. Las cuencas de Tempisque y la Península de Nicoya, también priorizadas; abarcan la mayor extensión de áreas potenciales por lo que la implementación de PAMs REDD+ en este contexto, podrían requerir sinergias con aquellas asociadas al fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales.

El análisis compendio representa un insumo clave para orientar el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+ y evidencia el potencial para la puesta en práctica de esta iniciativa a nivel nacional. Las regiones Brunca y Chorotega son particularmente interesantes en este contexto ya que en ellas podría conjugarse la aplicación de todos los agrupadores analizados. La concentración de áreas relevantes en Huetar Norte y Central también podría ser de interés en los procesos de toma de decisiones futuras.

El monitoreo de la provisión de beneficios múltiples requiere de un enfoque de manejo adaptativo. Este documento viene acompañado de una propuesta de indicadores (Walcott et al. 2017) que busca orientar el desarrollo de tal sistema con miras fortalecer la a apoyar la implementación de la EN-REDD+



en Costa Rica y la provisión de beneficios más allá de la mitigación de carbono. Esta propuesta inicial puede refinarse una vez puestas en prácticas las PAMs en el país y a medida que se identifiquen nuevas necesidades de información o requerimientos particulares de reporte.

4 Recomendaciones y próximos pasos

La socialización de este documento con partes interesadas relevantes permitiría alimentar la interpretación de los análisis y fortalecer aportes con miras al desarrollo del Plan de Implementación de REDD+ en Costa Rica, así como la puesta en práctica de acciones en conjunto con otros planes y estrategias nacionales relevantes. La misma también podría servir para identificar y/o validar áreas prioritarias relevantes para cada agrupador. Adicionalmente, pudiera ser importante realizar sesiones de trabajo con oficinas asociadas a la implementación de planes y estrategias nacionales con miras a coordinar intervenciones complementarias o adaptar las existentes para que logren múltiples objetivos.

Este documento presenta la convergencia de beneficios priorizados en Costa Rica en función de cuatro agrupadores derivados de la EN-REDD. Sin embargo, los planteamientos presentados aquí podrían complementarse con evaluaciones independientes para cada beneficio contemplado (ej. Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico). Esto permitiría identificar áreas de importancia para cada uno de ellos lo que pudieran ameritar la implementación de PAMs REDD+ específicas dada su relevancia para Costa Rica. La incorporación de otros beneficios (ej. adaptación al cambio climático, retención de sedimentos, calidad del agua) podría ser también importante en el contexto de la implementación de REDD+ en Costa Rica, así como en relación al cumplimiento de otros compromisos.

Los análisis generados en este informe podrían contextualizarse en el marco de la información disponible sobre motores de deforestación y degradación forestal (ej. Pedroni et al. (2015); Sierra et al. (2016) y el Mapa 2) en Costa Rica. Esto con el objetivo de identificar zonas donde la provisión de los beneficios múltiples podría estar en riesgo y en consecuencia, concentrar esfuerzos REDD+ particulares en dichas áreas.

En este informe contiene información sobre la proporción del área de cada región/cuenca priorizada en la convergen los beneficios priorizados para tres de los agrupadores analizados (Figuras 2 a 4). Sin embargo, si la toma de decisiones en cuanto a la implementación de REDD+, contempla este nivel de organización territorial, es necesario considerar también el área total disponible por región/agrupador, por lo que se recomienda incluir también estos datos en procesos futuros de planificación.

Costa Rica está trabajando para incorporar la agroforestería dentro de su Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MVR) de emisiones, por lo que se recomienda incorporar esta información, una vez disponible, al análisis presentado en este informe (Mapa 1a y Figura 2). De igual manera, podría evaluarse la posibilidad de actualizar los análisis presentados aquí, cuando el país cuente con bases de datos nacionales sobre biodiversidad, las cuáles están en proceso de ser generada en base a los programas de seguimiento que lleva a cabo el SINAC.

El análisis asociado al desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales la restauración del bosque secundario (Mapa 4 y Figura 4) contempla únicamente suelos desnudos y bosques secundarios. Este análisis podría expandirse para abarcar zonas boscosas degradadas en las



que la provisión de beneficios múltiples podría promoverse con acciones de restauración. Por lo que se recomienda visitar estos resultados a la luz de nueva información sobre este proceso.

5 Referencias

Serie Histórica de Costa Rica. Generating a consistent historical time series of activity data from land use change for the development of Costa Rica's REDD Plus Reference Level. Memoria Final, Borrador febrero. 2015.

Aide T.M., Clark M.L., Grau H.R., López-Carr D., Levy M.A., Redo D., Bonilla-Moheno M., Riner G., Andrade-Núñez M.J., Muñiz M. Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001-2010). *Biotropica* 45 (2013): 262–271. Disponible en <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x> (accesado en Noviembre 14, 2016).

Albrecht A., Kandji S. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99 (2003):15–27.

Arroyo-Mora J.P., Arturo Sánchez-Azofeifa G., Rivard B., Calvo J.C., Janzen D.H. Dynamics in landscape structure and composition for the Chorotega region, Costa Rica from 1960 to 2000. *Agriculture Ecosystems & Environment* 106 (2005):27–39.

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (1996) Ley 7575 Forestal. San José, Costa Rica.

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica (1998) Ley 7779 Uso, Manejo y Conservación de Suelos. San José, Costa Rica.

Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria de Centroamericana (ACICAFOC). Informe Sistematización. Proceso informativo con grupos campesinos. San José, Costa Rica. 2014.

Ávila G., Jiménez F., Beer J., Gómez M., Ibrahim M. Storage, carbon sequestration and valuation of environmental services in agroforestry systems. *Agroforestry in the Americas* 80 (2001):32–35.

Bhagwat S.A., Willis K.J., Birks H.J.B., Whittaker R.J. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? *Trends in Ecology & Evolution* 23 (2008):261–267.

Camacho Calvo M. Superficie de bosques susceptible de manejo forestal en Costa Rica y estimación de su potencial productivo. Banco Mundial, FONAFIFO, Oficina Nacional Forestal, San José, Costa Rica. 2015.

Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Política Nacional de Biodiversidad 2015 - 2030 Costa Rica, 1era edición. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), San José, Costa Rica. 2015.

Decisión 1/CP. 16. (2011) Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010.

Decisión 2/CP. 17. (2012) Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session, held in Durban from 28 November to 11 December 2011.

de Smith M., Goodchild M., Longley P.. Geospatial Analysis. A comprehensive guide to principles, techniques and software tools. Leicester, UK: Matador, 2007.



Dirección de Cambio Climático (DCC). Plan de acción de la estrategia nacional de cambio climático. San José, Costa Rica. 2012.

Dirección de Cambio Climático (DCC). Empresas y organizaciones hacia la carbono neutralidad 2021. 2017. Disponible en <http://www.cambioclimaticocr.com/2012-05-22-19-47-24/empresas-y-organizaciones-hacia-la-carbono-neutralidad-2021>.

Di Marco M., Watson J.E.M., Possingham H.P., Venter O. Limitations and trade-offs in the use of species distribution maps for protected area planning. *Journal of Applied Ecology*. (2016). Disponible en <http://doi.wiley.com/10.1111/1365-2664.12771>.

ESRI. Kernel Density (Spatial Analyst). 2014. Disponible en <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/index.html#//009z0000000s000000>. (Accesado Agosto, 2016).

FAO. Global Forest Resources Assessment 2015. Rome, Italy. 2015.

Farina A. *Principles and methods in landscape ecology. Towards a science of landscape*. Dordrecht, Netherlands: Springer. 2006.

Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Ubicación de oficinas de FONAFIFO Dirección de Servicios Ambientales. San José, Costa Rica. 2016.

Guiracocha G., Harvey C., Somarriba E., Krauss U., Carrillo E. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(11) (2001): 7-11.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AYA). Sitios de aprovechamiento de recurso Hídrico del AYA y ASADAS. Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo. San José, Costa Rica. 2016.

Instituto Costarricense de Turismo (ICT). Distribución de pisos de demanda turística internacional según el Instituto Costarricense de Turismo (2012-2014). Unidad de Administración de la Información de la Dirección de Planeamiento y Desarrollo Turístico. San José, Costa Rica. 2014.

Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Precipitación del período 2005. San José, Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional. 2005.

Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Atlas digital de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2014.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016-3. 2017. Disponible en www.iucnredlist.org. (Accesado en agosto, 2016).

IUCN-ORMACC. Análisis económico. 2016. En desarrollo.

Jose S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems* 76(1) (2009):1-10.

Lamb D., Erskine P.D., Parrotta J.A. Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science* 310 (5754)(2005):1628-1632. Disponible en <http://www.sciencemag.org/content/310/5754/1628.full.html> (Accesado en noviembre 17, 2016).

Lehner B., Grill G. Global river hydrography and network routing: baseline data and new approaches



to study the world's large river systems. *Hydrological Processes* 27 (15)(2013):2171–2186.

Minang P.A., Daguma L.A., Bernard F., Mertz O., van Noordwijk M. Prospects for agroforestry in REDD+ landscapes in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability* (2014):78–82.

Minang P. A., Bernard F., Noordwijk M. Van, Kahurani E., van Noordwijk M., Kahurani E. Agroforestry in REDD+: Opportunities and Challenges. *ASB Policy Brief No. 26*. Nairobi, Kenya: ASB Partnership for the Tropical Forest Margins. 2011. Disponible en <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/42018> (accesado en noviembre 17, 2016).

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Estrategia 2015-2034 y plan de acción para la Ganadería Baja en Carbono en Costa Rica. San José, Costa Rica. 2015a.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). NAMA Ganadería. San José, Costa Rica. 2015b. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00368.pdf>. (accesado Octubre, 2016).

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Ubicación de las oficinas del MAG. San José, Costa Rica. 2016.

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Estándares de sostenibilidad para manejo de bosques naturales en Costa Rica. Principios, criterios e indicadores. Código de prácticas. Manual de procedimientos del Decreto 34559-MINAE. *La Gaceta* No. 115 (2008): 24-26. Disponible en <http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Legislacion/34559.pdf> (accesado Enero, 2017).

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Estándares de sostenibilidad para el manejo de bosques secundarios: Principios, criterios e indicadores, Código de prácticas. Manual de procedimientos y derogatoria del Decreto 27998-MINAE. *La Gaceta* No. 215(2016): 2-4.

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). Costa Rica's Intended Nationally Determined Contribution. San José, Costa Rica. 2015.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2011-2020. San José, Costa Rica. 2011.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). (2012) Acuerdo -36-2012. Páginas 43–47. San José, Costa Rica.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). Regiones de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2013a.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). Índice de Desarrollo Social para cada distrito de Costa Rica, según el Ministerio de Trabajo y la Seguridad Social. Proyecto Atlas Digital CR 2014. San José, Costa Rica. 2013b.

Ministerio de Planificación y Política Económica. Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 "Alberto Canas Escalante." San José, Costa Rica. 2014.

Montagnini F., Nair P.K.R. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61 (2004):281–295.

Mulligan M. WaterWorld: a self-parameterising, physically based model for application in data-poor but problem-rich environments globally. *Hydrology Research* 44 (5) (2013):748–769.

Nieters A., Grabs J., Jimenez G., Alpizar W. NAMA Café Costa Rica – A tool for low-carbon



development. NAMA Technical Support Facility. 2010. Disponible en http://www.namacafe.org/NAMA_Facility_factsheet_Costa%20Rica.pdf.

Pedroni L., Espejo A., Villegas J. Nivel de referencia de emisiones y absorciones forestales de Costa Rica ante el Fondo de Carbono de FCPF: metodología y resultados. Paraíso de Cartago, Costa Rica: Gobierno de Costa Rica bajo el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF). 2015.

PNC ONU-REDD/SEAM/INFONA/FAPI . Mapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: análisis adicionales para orientar la toma de decisiones sobre políticas y medidas REDD+. Asunción, Paraguay. 2016. Disponible en www.bit.ly/paraguaybeneficiosmultiples2.

Power A.G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 365 (1554) (2010):2959–2971.

Programa ONU-REDD. Entender REDD+ y la CMNUCC. Diario de Aprendizaje. Academia REDD+. Nairobi, Kenya: FAO, PNUD, PNUMA, UNITAR. 2015a.

Programa ONU-REDD. Salvaguardas de REDD+ en el marco de la CMNUCC. Diario de Aprendizaje. Nairobi, Kenya: Academia REDD+. 2015b.

Salazar Espinoza V.L. Informe Final: Desarrollo del marco social para REDD+ (ESMF). 2015.

Schroth G., da Fonseca G.A., Harvey C., Gascon C., Vasconcelos H., Izac A. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington D. C., USA: Island Press, 2004.

Secretaría REDD+, FONAFIFO. Estrategia Nacional REDD+ Costa Rica: Una iniciativa del Programa de Bosques y Desarrollo Rural. San José, Costa Rica. 2015.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Datos de Bovinos. Servicio de Salud Animal. San José, Costa Rica. 2016.

Sierra R., Cambronero A., Vega E. Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013. 2016. Disponible en https://www.academia.edu/26821580/Patrones_y_factores_de_cambio_de_la_cobertura_forestal_natural_de_Costa_Rica_1987-2013?auto=download.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Puntos de Calor (2013-2015). Programa Nacional de Manejo del Fuego SINAC-MINAE, Comisión Nacional sobre Incendios Forestales (CONIFOR). San José, Costa Rica. 2015a.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). Ubicación de Oficinas del SINAC. San José, Costa Rica. 2015b.

Valverde R. Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del agua en Costa Rica. *Ambientales* (2013):5–12.

Vega-Araya E. Informe de Producto 4: Borrador de Plan de Implementación de la Estrategia Nacional REDD+ de Costa Rica. Consultoría: Análisis Costo Beneficio de las Políticas de REDD+ en Costa Rica. San José, Costa Rica. 2016.

Walcott J. García-Rangel S. y Epple C. Insumo para el desarrollo de indicadores de seguimiento asociados a los beneficios múltiples de REDD+ en Costa Rica. Cambridge, UK: UNEP-WCMC. 2017.



ANEXO

Métodos utilizados para llevar a cabo los análisis espaciales de beneficios múltiples para apoyar la implementación de REDD+ en Costa Rica

Este anexo tiene como objetivo presentar con más detalle los métodos utilizados para llevar a cabo los análisis espaciales de beneficios múltiples presentados en este informe. Esto incluye una breve descripción de las variables espaciales utilizadas para representar cada beneficio y especificaciones sobre los umbrales utilizados en cada caso. Además, se aporta información adicional sobre cómo fue interpretado cada agrupador evaluado en este documento.

A fin de evaluar la convergencia de beneficios múltiples en cada agrupador, se seleccionó una variable espacialmente explícita que describiera espacialmente cada beneficio (Sección 2, Tablas 1, 3 y 5). Luego, cada variable se transformó en una capa de información binaria en base a umbral escogido siguiendo el principio de precaución buscando abarcar un rango amplio de valores (i.e. medios a altos de acuerdo a cada variable). Dicha capa binaria correspondió entonces a la representación de cada beneficio en el análisis espacial. Posteriormente, se combinaron todas capas binarias analizadas para cada agrupador. Esto se hizo de forma sumatoria utilizando un enfoque de superposición en el que se le asignó la misma importancia a cada beneficio. Finalmente, se identificó la cobertura de la tierra relevante a cada agrupador en base a Serie Histórica de Costa Rica (2015) y se extrajo la información correspondiente a la convergencia de beneficios múltiples relevantes en este contexto. Este procedimiento permitió identificar áreas donde la puesta en práctica de cada agrupador podría fortalecer la provisión de diferentes beneficios de forma conjunta.

El alcance de estos análisis está limitado a los beneficios considerados, así como a la disponibilidad de variables espaciales que permitan su evaluación en el contexto particular de cada agrupador. Por esta última razón, no todos los análisis presentados en este informe contemplan el conjunto de beneficios priorizados (Sección 2).

La utilidad de los mapas generados para orientar el desarrollo del Plan de Implementación de REDD+ en Costa Rica está condicionada, entre otros factores; por los umbrales seleccionados para representar la provisión potencial de cada uno de los beneficios múltiples analizados (Sección 2, Tablas 1, 3 y 5). Dichos umbrales deberían reflejar el rango de valores que el país considera relevante en cuanto a la provisión de cada beneficio. Esto pudiera determinarse a través de un proceso consultivo que incluya expertos y partes interesadas relevantes y tome en cuenta el contexto particular del agrupador a ser puesto en práctica. Se recomienda entonces, evaluar la relevancia de estos umbrales si los mapas presentados en este informe van a ser utilizados como insumo para orientar el desarrollo del Plan de Implementación de REDD+ y/o la toma de decisiones en otros contextos.



Anexo 1.1 Promoción de sistemas productivos bajos en emisiones de carbono.

Las zonas agropecuarias consideradas para el análisis fueron identificadas en base al mapa de cobertura de la tierra de Costa Rica (Serie Histórica de Costa Rica 2015), como las clases correspondientes a: cultivos anuales y permanentes, pastizales. Los beneficios múltiples considerados fueron: 1) apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico, 2) potencial de mejora socio-económica, 3) control de la pérdida de suelo por erosión hídrica y 4) potencial para la mejora de la gobernanza. Mitigación de emisiones de gases con efecto invernadero, belleza escénica natural para fines turísticos y conservación de la biodiversidad no pudieron ser analizados para este agrupador debido a la falta de información espacial que se adecuara a este contexto. Los beneficios evaluados fueron representados espacialmente de la siguiente forma:

- **Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico:** Para representar este beneficio, se evaluó la vulnerabilidad por estrés hídrico (i.e. zonas donde la demanda de agua para uso humano supera la disponibilidad) en Costa Rica, y se vinculó esta información con el agua que potencialmente podría ser producida por un aumento en la cobertura arbórea en zonas agrícolas a través de prácticas agroforestales. Para representar la demanda potencial de agua, se produjo una capa normalizada de densidad de tomas de agua por cuenca, a partir de información facilitada por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016) y la capa de cuencas de Costa Rica (Instituto Tecnológico de Costa Rica 2014). Luego, se normalizaron los datos de precipitación media anual obtenidos del Atlas Climatológico de Costa Rica (Instituto Meteorológico Nacional 2005) para generar una capa indicativa de la disponibilidad potencial de agua. Posteriormente, ambos productos se combinaron de forma sumatoria, invirtiendo la capa de disponibilidad potencial, y con ello se obtuvo una variable indicativa de la vulnerabilidad por estrés hídrico (i.e. zonas de poca disponibilidad y alta demanda) que seguido a esto fue normalizada.

Paralelamente, se utilizó la plataforma de modelamiento WaterWorld (Mulligan 2013) para estimar la cantidad de agua que pudiera ser producida por kilómetro cuadrado por un incremento de hasta el 30% de cobertura arbórea en las actuales zonas agropecuarias de Costa Rica. Este valor fue calculado como la diferencia entre el balance hídrico anual de la actual cobertura vegetativa (en base a los datos de campos continuos de vegetación del satélite MODIS) y un escenario hipotético donde la vegetación arbórea aumentaba al 30% de cobertura en zonas donde este valor era inicialmente menor. La capa resultante indicó la producción de agua potencial en mm/año por kilómetro cuadrado. Esta capa fue posteriormente normalizada y combinada a manera sumatoria con la capa indicativa de vulnerabilidad por estrés hídrico, para evidenciar el apoyo que un aumento del 30% en la cobertura arbórea podría representar para comunidades afectadas por estrés hídrico en relación a la disponibilidad de agua para uso humano (Figura A1a). Todas las áreas boscosas que reportaban un aumento en la producción potencia de agua fueron incluidas dada la importancia de este beneficio en el contexto nacional.

Se utilizó un umbral de 30% en la cobertura arbórea ya que este es el mínimo valor de cobertura utilizado por Serie Histórica de Costa Rica (2015) para definir un área como bosque.

- **Potencial de mejora socio-económica:** Para generar la capa binaria representativa de este beneficio, se utilizó el Índice de Desarrollo Social (IDS) (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b) aplicando el mismo criterio de priorización utilizado en el Programa de



PSA de Costa Rica (Figura A1b), es decir, aquellos distritos con un nivel de desarrollo social “muy bajo” de acuerdo con el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) (i.e. IDS igual o inferior al 43,4% o inferior).

- **Control de la erosión hídrica:** Se consideró que las zonas situadas en áreas con riesgo de erosión presentaban un mayor potencial para la provisión de este beneficio. Consecuentemente, se evaluó el riesgo relativo de erosión hídrica a lo largo del territorio costarricense en función de la pendiente y la precipitación. Para ello se combinaron de forma sumatoria: (1) los datos de precipitación media anual obtenidos del Atlas Climatológico de Costa Rica (Instituto Meteorológico Nacional 2005) reclasificados en tres clases (baja: menos de 2000 mm, media: entre 2000 y 5000 mm y alta: más de 5000 mm), con (2) una capa de pendiente, también reclasificada en tres clases (baja: menos de 15%, media: entre 15% y 30% y alta: más de 30%). Esta última fue calculada a partir de un modelo digital de terreno de 90 m de resolución (Lehner & Grill 2013). La capa resultante indica el riesgo relativo de erosión hídrica y presenta un rango de valores de 2 (baja precipitación, baja pendiente) a 6 (alta precipitación, gran pendiente) (Figura A1c). Finalmente, se seleccionaron las clases 4, 5 y 6 para la creación de la capa binaria de importancia en el control de la erosión hídrica.

La variable generada en este caso sólo permite evaluar la disponibilidad del recurso para actividades humanas, sin embargo a futuro podría plantearse la elaboración de un indicador más completo relacionado a otros servicios hidrológicos proporcionados por los bosques, considerando por ejemplo, su capacidad de retención de sedimentos (como indicador de contribución a la calidad de agua) o la regulación de caudales.

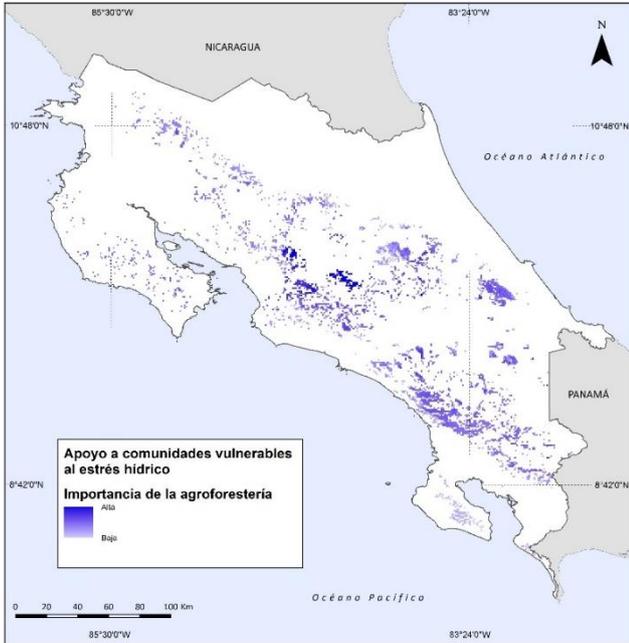
- **Potencial para la mejora de la gobernanza:** A fin de evaluar este beneficio, se construyó una capa raster de distancia euclidiana, indicando la distancia de cada pixel a la oficina de FONAFIFO, SINAC o MAG más cercana (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016). A partir de esta capa, se seleccionaron las áreas situadas a una distancia de un máximo de diez kilómetros (Figura A1d), creándose la capa binaria que representa este beneficio en base a estas zonas. La utilización de este indicador se sustenta en la introducción del Mecanismo de Información, Retroalimentación e Inconformidades para las Partes Interesadas Relevantes de la Estrategia Nacional REDD+ (MIRI) como parte de la implementación de REDD+ en Costa Rica (Secretaría REDD+ y FONAFIFO 2015). Se espera que dicho mecanismo sea manejado por las oficinas incluidas en este análisis.

Es importante destacar, que el indicador utilizado para representar este beneficio presenta una estimación poco ajustada a la posible realidad de acceso a las oficinas en cuestión, debido al sistema vial nacional. En consecuencia esta variable pudiera ajustarse a futuro utilizando un análisis de coste-distancia que calcule la accesibilidad a las diferentes oficinas tomando en consideración la red de carreteras y caminos de Costa Rica.

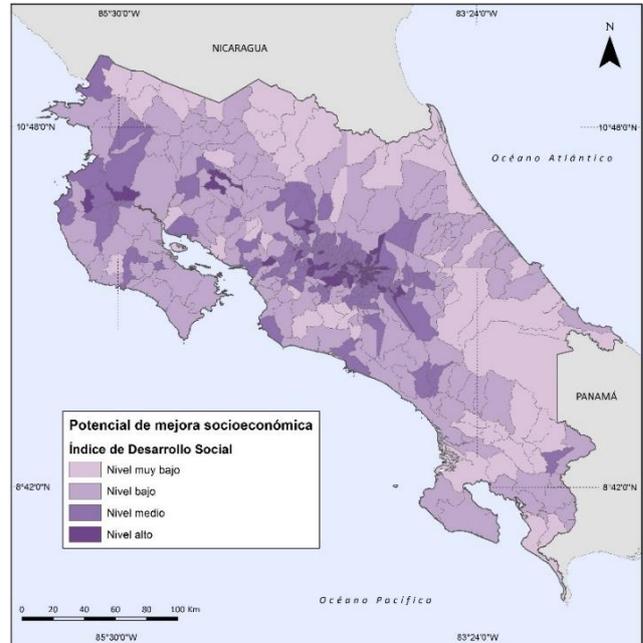
Todas estas capas binarias fueron sumadas para producir una capa de convergencia de los beneficios múltiples relevantes para este contexto, tal y como fue descrita anteriormente. Luego se extrajo la información correspondiente a las zonas agropecuarias de Costa Rica tal y como fue definido (Sección 2.1). De esta manera, se representó espacialmente el potencial que la introducción y/o fortalecimiento de prácticas agroforestales podría tener para favorecer la provisión de los beneficios

en zonas agropecuarias (Mapa 1a). Al igual que en otros casos, no se utilizó ponderación alguna en este enfoque por lo que a todas las capas se les otorgó la misma importancia.

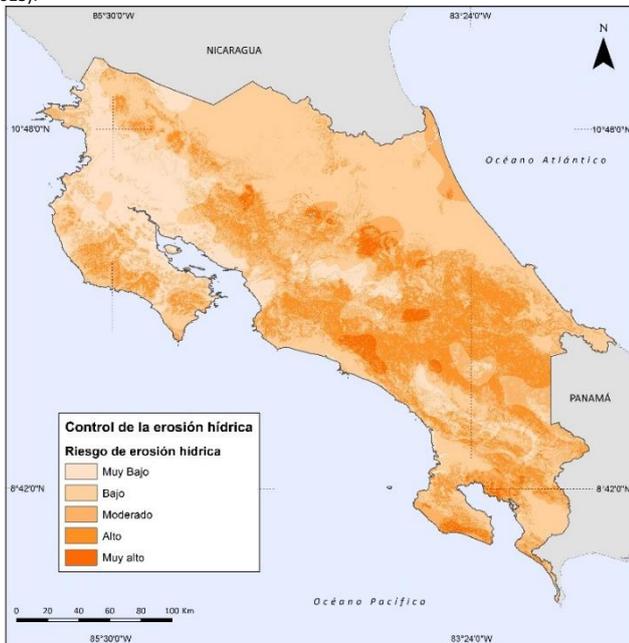
Figura A1. Variables espacialmente explícitas que se utilizaron para describir cada beneficio analizado



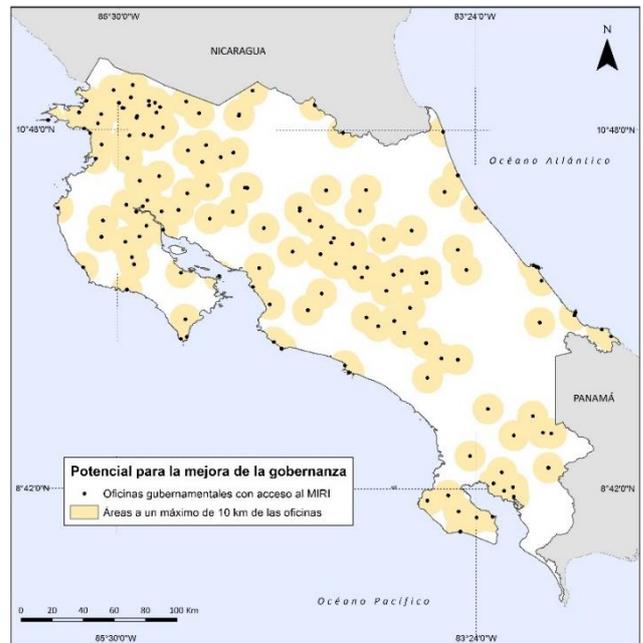
Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016), Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Mulligan (2013).



Fuentes de datos: Índice de Desarrollo Social (IDS) (Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica 2013b).



Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Lehner & Grill (2013).



Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de los datos de localización de oficinas de FONAFIFO, SINAC y MAG en Costa Rica (Sistema Nacional de Áreas de Conservación 2015; Fondo Nacional de Financiamiento Forestal 2016; Ministerio de Agricultura y Ganadería 2016).



Anexo 1.2 Fortalecimiento de programas de prevención y control de incendios forestales.

Para representar de manera espacialmente explícita la densidad de incendios forestales en Costa Rica, se construyó un mapa que muestra la incidencia de incendios forestales en Costa Rica entre los años 2013 a 2015, evaluado a partir de la concentración de puntos de ocurrencia de incendios dentro o cerca de bosques en ese período de tiempo. Dicha información fue proporcionada por el SINAC, con base a los puntos de calor registrados por el sensor MODIS (satélites TERRA-AQUA) encontrados a una distancia máxima de cien metros de los límites forestales definidos por el mapa de cobertura de la tierra de Costa Rica (Serie Histórica de Costa Rica 2015).

La incidencia de incendios fue luego estimada a partir de la densidad de puntos por kilómetro cuadrado, la cual fue calculada utilizando el método de densidad Kernel. Esta técnica es un método estadístico no paramétrico de interpolación que permite la creación de una superficie continua de densidad de ocurrencia a partir de una capa de puntos, de forma que un mayor número de puntos agrupados resulta en valores mayores (ESRI 2014). El mapa 2 permite una fácil visualización de “puntos calientes” o áreas de alta concentración de puntos, permitiendo por tanto la identificación de áreas donde hubo una alta la incidencia de incendios forestales en Costa Rica entre 2013 y 2015.

Anexo 1.3 Introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques

Los beneficios múltiples considerados para este análisis fueron: 1) mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2) belleza escénica natural para fines turísticos, 3) conservación de la biodiversidad, 4) apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico, 5) potencial de mejora socioeconómica, 6) control de la pérdida de suelo por erosión hídrica y 7) potencial para la mejora de la gobernanza. Estos beneficios fueron representados espacialmente de la siguiente manera (Figura A2).

- **Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero:** Se construyó una variable de densidad de carbono de la biomasa combinando el mapa de cobertura de la tierra de Costa Rica de Serie Histórica de Costa Rica (2015) y las estimaciones de densidad de carbono de la biomasa realizadas por Pedroni et al. (2015). Para ello, se asignaron las diferentes estimaciones de carbono de la biomasa (biomasa aérea, subterránea, madera muerta y hojarasca) en Tn C/ha a la clase de cobertura de la tierra correspondiente (Figura A2a). En el caso particular de las etapas sucesionales, el valor de carbono asignado correspondió al estimado para la edad promedio de la clase de edad descrita por Serie Histórica de Costa Rica (2015). A partir de esta variable se creó una capa binaria en base a valores iguales o superiores a 50 Tn C/ha para representar el beneficio de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero.
- **Belleza escénica natural para fines turísticos:** Se construyó un mapa de zonas de importancia para fines turísticos utilizando los datos de pisos de demanda 2012-2014 (Instituto Costarricense de Turismo 2014) (Figura A2b). Los pisos de demanda consisten en una estimación de la cantidad de turistas por distrito que pernoctaron al menos una noche en una determinada unidad de planeamiento turístico. A partir de esta variable se creó una capa binaria de áreas de importancia para el turismo seleccionándose los distritos con un valor igual a superior a 1000 visitantes.



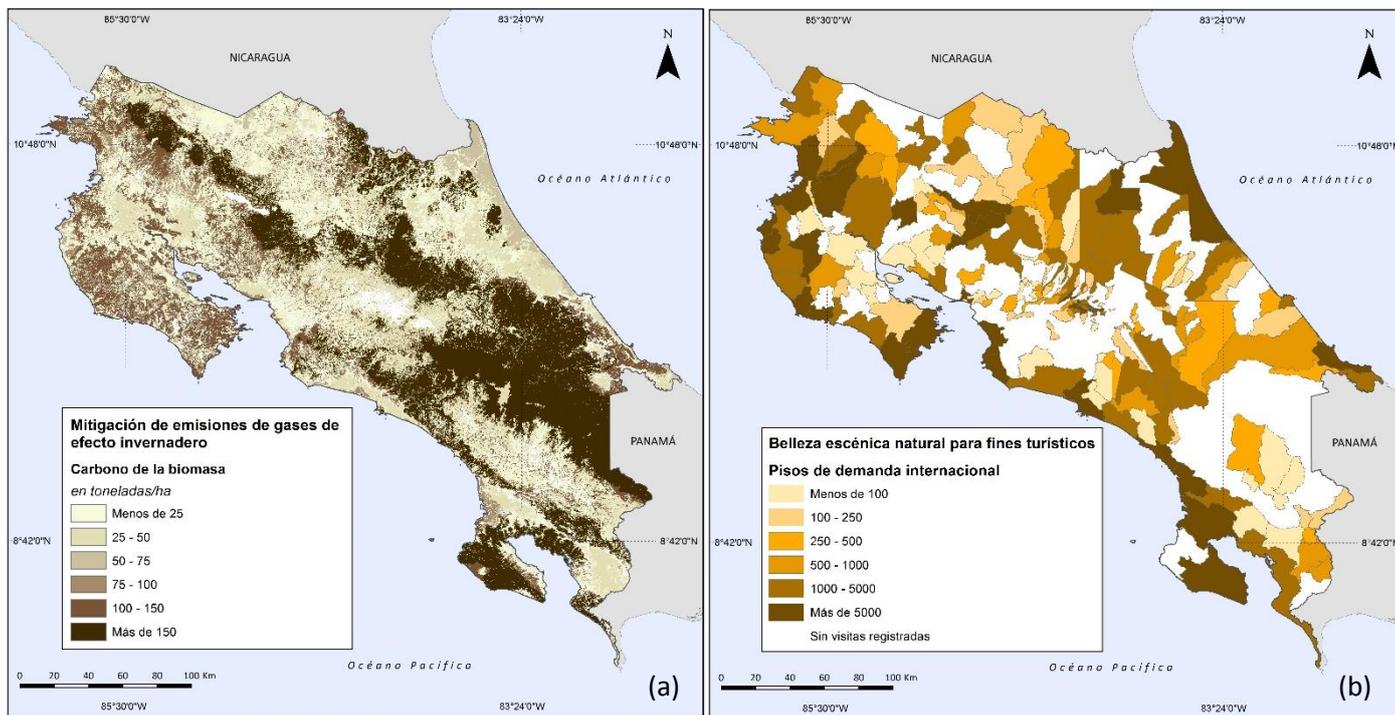
- **Conservación de la biodiversidad:** Se generó una capa de riqueza de vertebrados amenazados a partir de información espacial sobre extensión de presencia de mamíferos, aves, anfibios y réptiles, con presencia en hábitats forestales y clasificadas como “En Peligro Crítico”, “En Peligro” y “Vulnerable” en la Lista Roja de la IUCN (2017). Esto se llevó a cabo a partir de una cuadrícula hexagonal de 1 km² que cubría el territorio costarricense y que fue generada utilizando la herramienta de formas repetidas Jenness Enterprises en ArcGIS 10.2.22. Para calcular el número de rangos de especies que intersectaban cada hexágono, se emplearon herramientas de análisis Hawth's, obteniendo así la capa de riqueza de especies requerida. Posteriormente, la misma fue clasificada en 6 clases de intervalos equivalentes (Figura A2c), a partir de los cuales se creó una capa binaria que representaría el beneficio de conservación de la biodiversidad seleccionándose los tres intervalos superiores (i.e. zonas donde se solaparon once o más especies).

Es importante tener en cuenta que aunque los datos utilizados representan en muchos casos la mejor información disponible sobre presencia de especies a nivel nacional, estas áreas de extensión de presencia pueden contener un número significativo de falsos positivos, por lo que se recomienda el uso de modelos de idoneidad de hábitat siempre que sea posible (Di Marco et al. 2016).

- **Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico:** En este contexto, se combinó la variable de vulnerabilidad por estrés hídrico descrita en la sección A1.1, con una capa que representaba la cantidad de agua producida por los bosques de Costa Rica. Dicha capa se generó utilizando la plataforma de modelamiento WaterWorld (Mulligan 2013) para estimar la cantidad de agua producida por los bosques de Costa Rica por kilómetro cuadrado. Este valor fue calculado como la diferencia entre el balance hídrico anual de la actual cobertura vegetal (en base a los datos de campos continuos de vegetación del satélite MODIS) y un escenario hipotético con un 0% de cobertura arbórea. La capa resultante estima el agua producida por los bosques de Costa Rica en mm/año por kilómetro cuadrado. Esta capa fue posteriormente normalizada y combinada de manera sumatoria con la capa indicativa de vulnerabilidad por estrés hídrico para representar la importancia de los bosques en el apoyo a afectadas por esta condición (Figura A2d). Finalmente, se generó la capa binaria que representaría el beneficio de apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico, abarcando todas las zonas vulnerables donde los bosques contribuían a la disponibilidad de agua.
- **Potencial de mejora socio-económica:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1b.
- **Control de la erosión hídrica:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1c.
- **Potencial para la mejora de la gobernanza:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1d.

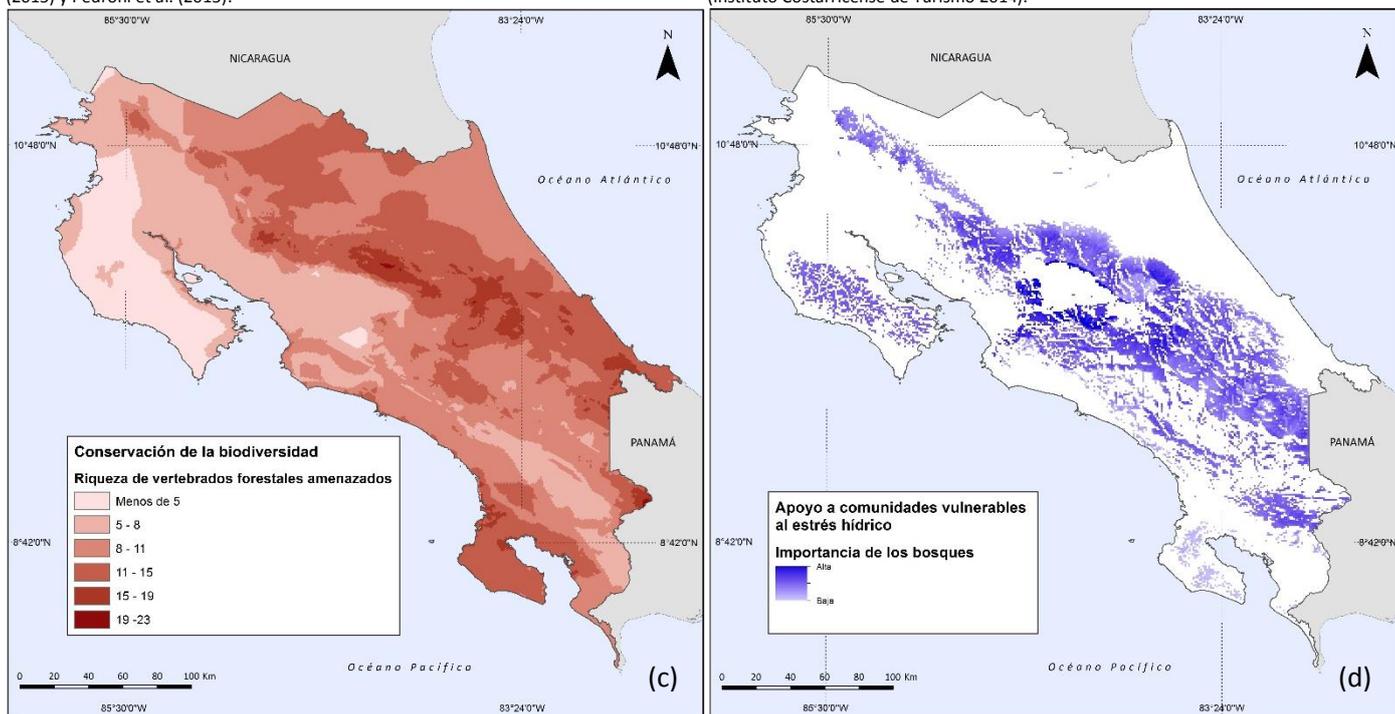
Todas estas capas fueron combinadas para obtener una capa de convergencia de beneficios múltiples priorizados como se describió anteriormente y posteriormente se extrajo la información correspondiente a los bosques de Costa Rica tal y como fueron definidos por Serie Histórica de Costa Rica (2015)(Mapa 3a).

Figura A2. Variables espacialmente explícitas que se utilizaron para describir beneficios asociados únicamente al análisis de introducción de incentivos para fortalecer la conservación y el manejo sostenible de bosques



Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de Serie Histórica de Costa Rica (2015) y Pedroni et al. (2015).

Fuentes de datos: Distribución de pisos de demanda internacional de 2012 a 2014 (Instituto Costarricense de Turismo 2014).



Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de extensión de presencia IUCN (2017) de mamíferos, aves, anfibios y reptiles de Costa Rica con presencia en hábitats forestales y clasificadas como "En Peligro Crítico", "En Peligro" y "Vulnerable" en la Lista Roja de la IUCN (2017).

Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2016), Instituto Meteorológico Nacional (2005) y Mulligan (2013).

Anexo 1.4 Desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales.

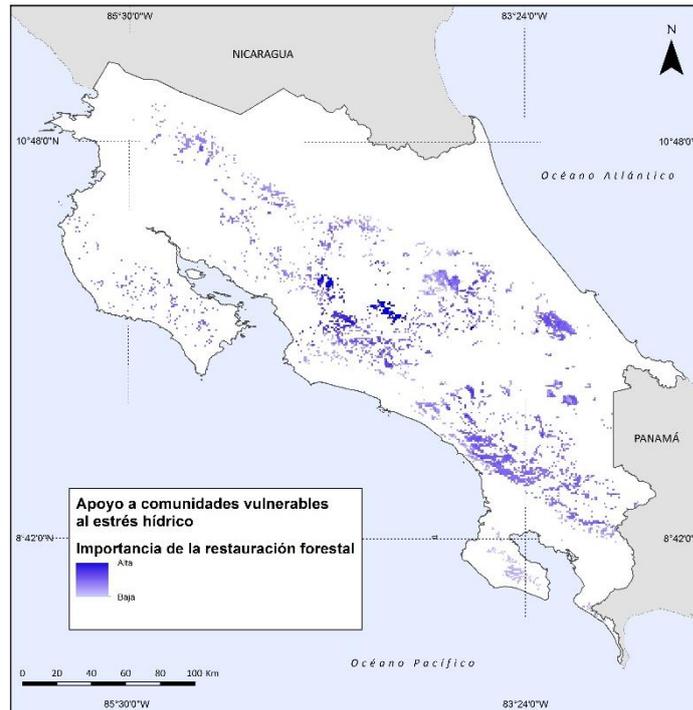
Como en los casos anteriores, se identificaron bosques secundarios¹⁴ y suelos desnudos en base al mapa de cobertura de la tierra de Costa Rica (Serie Histórica de Costa Rica 2015). Los beneficios múltiples considerados en este caso incluyeron: 1) mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, 2) conservación de la biodiversidad, 3) protección del agua para uso urbano, rural e hidroeléctrico, 4) potencial de mejora socioeconómica, 5) control de la pérdida de suelo por erosión y 6) mejora de la gobernanza. Al igual que para el caso de las prácticas agroforestales, el beneficio de belleza escénica natural para fines turísticos no pudo ser analizado debido a la falta de información espacial que se adecuara a este contexto. Los beneficios incluidos fueron evaluados como se describe a continuación:

- **Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero:** Utilizando la variable de densidad de carbono de la biomasa descrita en la Sección A1.1 (Figura A2a), se creó una capa binaria en base a valores iguales o superiores a 70 Tn C/ha para representar el beneficio de mitigación de emisiones de gases efecto invernadero en este contexto.
- **Conservación de la biodiversidad:** Ver Anexo 1.3 y Figura A2c.
- **Apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico:** De forma similar a la descrita en la Sección A1.1, se generó una capa que representaba el incremento potencial máximo de la disponibilidad de agua que puede ser obtenido en Costa Rica, a partir de la restauración de paisajes y ecosistemas forestales. Para obtener esta capa, se modeló el incremento de agua producido por un aumento del 100% en la cobertura arbórea, incluyendo todas las áreas donde este valor era positivo. Se utilizó la plataforma de modelamiento WaterWorld (Mulligan 2013) para calcular la cantidad de agua producida por kilómetro cuadrado (mm/año por km²) en base a la diferencia entre el balance hídrico anual de la actual cobertura vegetativa (a partir de los datos de campos continuos de vegetación del satélite MODIS) y un escenario hipotético donde la vegetación arbórea aumentaba a 100% en zonas donde este valor era inicialmente menor. Este producto fue normalizado y combinado de manera sumatoria con la capa indicativa de vulnerabilidad por estrés hídrico, para evidenciar el apoyo que un aumento del 100% en la cobertura arbórea podría representar para comunidades afectadas por estrés hídrico en relación a la disponibilidad de agua para uso humano (Figura A3).
- **Potencial de mejora socio-económica:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1b.
- **Control de la pérdida de suelo por erosión hídrica:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1c.
- **Potencial para la mejora de la gobernanza:** Ver Anexo 1.1 y Figura A1d.

Finalmente y al igual que en los casos anteriores, las capas binarias generadas se sumaron para producir una capa de convergencia de beneficios, a partir de la cual se extrajo los valores correspondientes a los bosques secundarios y los suelos desnudos según Serie Histórica de Costa Rica (2015) para indicar la concentración de beneficios en estas zonas (Mapa 4). En este caso, tampoco se utilizó ninguna ponderación.

¹⁴ Los bosques secundarios se definieron como aquellos bosques muy húmedos y pluviales, bosques húmedos y bosques secos en cortes de edad que comienzan a partir de 1985.

Figura A3. Variable espacial utilizada para describir el beneficio de apoyo a comunidades vulnerables al estrés hídrico en el contexto del desarrollo de un programa de restauración de paisajes y ecosistemas forestales.



Fuentes de datos: Elaboración propia a partir de datos de {Formatting Citation} y Lehner & Grill (2013).

Anexo 1.5 Compendio de áreas con potencial para proveer beneficios múltiples

Para generar el análisis compendio, se desarrolló una capa binaria de zonas en las que convergían 3 o más beneficios en base a las capa finales descritas en las secciones A1.1, A1.3 y A1.4. Estas luego fueron representadas de forma espacial (Mapa 5) a fin de producir una síntesis de los análisis que apoyara también el desarrollo del Plan de Implementación de la EN-REDD+.