

#### **Autores**

Julián Ávila

**Consultor WCS** 

Lucas Buitrago

Especialista instrumentos para la

sostenibilidad WCS

ISBN: 978-958-5461-94-9

Diciembre 2020

#### **Equipo WCS Colombia**

Catalina Gutiérrez

Directora

Germán Forero

Director Científico

Silvia Alvarez

Coordinadora Paisajes Sostenibles

Leonor Valenzuela

Coordinadora Análisis y Síntesis

Pato Salcedo

**Coordinador Comunicaciones** 

Johanna Gutiérrez

Especialista Gestión de Proyectos

#### **Equipo TNC Colombia**

María Isabel Vieira

Especialista compensaciones

Diego Lizcano

Especialista en biodiversidad

Andrés Felipe Zuluaga

Director de Conservación

### •Puntoaparte

www.puntoaparte.com.co

#### Diseño y diagramación

Valeria Cobo



Sistemas agropecuarios sostenibles, biodiversidad y servicios ecosistémicos

# Café y cacao



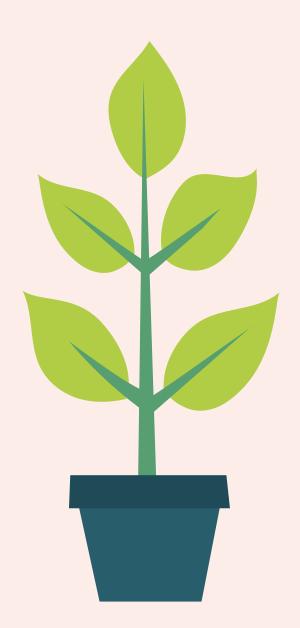
Con el apoyo de:







# Contenido — Guía de consulta



- 4
- Caracterización del sistema
  - 6 Café
  - 9 Cacao
- Caso 1 Global
  - 14 Diversidad
  - 17 Servicios ecosistémicos

- Caso 2
  Bosque seco
  - 20 Anfibios
  - 21 Aves
- Cobertura vegetal
- 24 Mamíferos
- Caso 3.
  Diversidad vs Productividad
- Diversidad y productividad
- Conclusiones y recomendaciones
  - 28
- Referencias

29

## Guía de consulta

Tipo de ecosistema

Resumen de hallazgos para ese ecosistema.

Bioindicador del ecosistema asociado a ganancias de

Conclusiones frente al bioindicador.

biodiversidad o mejoras en servicios ecosistémicos.

Variable específica de medición del bioindicador.





Esta información se presenta para cada ecosistema del que se haya encontrado información.

Finalmente, se ofrecen unas conclusiones generales sobre la sostenibilidad de ese sistema productivo.

incluye cifras a nivel del país, una descripción de los principales impactos que este tipo de sistema productivo puede causar a ecosistemas naturales y las principales intervenciones que se han usado para hacer más sostenible su producción.

Las secciones dedicadas a cada sistema

productivo están creadas para poder pro-

fundizar en detalles sobre los impactos

positivos y/o negativos en términos de

biodiversidad y servicios ecosistémicos

Cada sección inicia con una descripción general de el sistema productivo, que

de diferentes intervenciones.

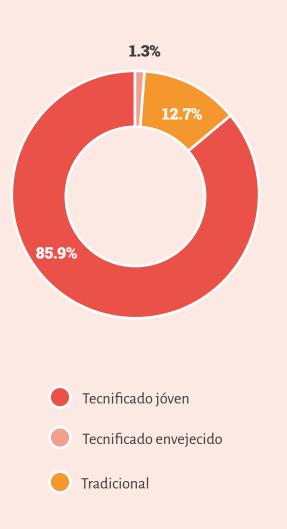
La información recolectada se presenta en el siguiente orden:

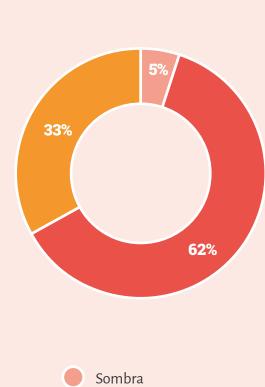


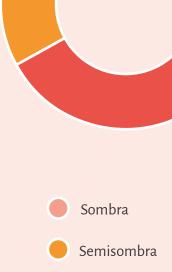
### Café

La caficultura en Colombia tiene una historia que se remonta hasta mediados del siglo XVI-II, con cultivos registrados en el Cauca y en la sierra nevada de Santa Marta. Hoy la caficultura se extiende por 22 departamentos del país y tiene una extensión de 878.000 ha (un área mayor a la superficie de todo el departamento de Caldas) de las cuales dependen 541.000 caficultores. Los mayores productores por número de ha sembradas son Huila, Antioquia, Tolima y Cauca (FNC, 2019).

Aunque la producción viene de pequeñas fincas que se organizan en asociaciones cafetaleras comunitarias, el cultivo se ha ido tecnificando para cumplir con estándares de calidad y productividad a nivel internacional. Únicamente el 2% de los cultivos conserva métodos tradicionales sin trazo con densidades inferiores a los 2500 árboles/ha, mientras que la mayoría han optado por cultivos tecnificados jóvenes con mayor productividad con densidades mayores a 2500 árboles/ha. La mayoría de este café además resistente a las enfermedades y se cultiva a pleno sol (FNC, 2019).







Sol

### Modelo convencional

El café en Colombia tiene características de cultivo bien definidas, requiere temperaturas entre 21°C y 22°C, 1,800 horas de sol al año y una precipitación anual de entre 1,500 mm y 2,000 mm. Estos factores son intercambiables dependiendo de las condiciones del área del cultivo, por ejemplo, a mayor incidencia solar, menor disponibilidad de agua y por tanto se requeriría más sombra para mantener las condiciones idóneas de cultivo. Las variedades resistentes de café, que son las más productivas se pueden sembrar en densidades desde 2.500 hasta los 10.000 árboles por hectárea, a mayor densidad de árboles, menor cantidad de sombra y de especies forestales nativas en las áreas de cultivo. Una mayor densidad también agota más rápidamente al suelo, los cultivos con 10.000 árboles/ha tendrán una vida media de 4 a 5 años respecto a los de 2.500 que tendrán una vida media productiva de 10 años. Los cultivos tecnificados suelen requerir el uso de fungicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos para mantener la producción y garantizar la sostenibilidad económica del cultivo (Arcila-Pulgarín, 2007).



### Afectaciones comunes al medio ambiente

Durante la etapa de cultivo se produce el 80% de los impactos al medio ambiente de este sistema productivo por varias razones (Olmos, 2020):

- Material particulado: principalmente debido a las emisiones de amoníaco (67%) durante el cultivo y la emisión de PM durante el procesamiento post-cosecha (29%)
- Cambio climático: causada principalmente por las emisiones durante el cultivo (75%), especialmente las emisiones de N<sub>2</sub>0 y el uso de fertilizantes
- Acidificación: el principal contribuyente son las emisiones de amoníaco durante el cultivo

- Ecotoxicidad: Las emisiones de clorpirifós al suelo y al agua durante la fase de cultivo son las principales responsables.
- Uso del suelo: relacionada con la extensión y ocupación del suelo para el cultivo del café, las pérdidas de biodiversidad, servicios ecosistémicos y la regeneración natural evitada a propósito.

La optimización de ganancias a partir de la intensificación del cultivo puede desencadenar malos hábitos como la utilización de en grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes que provocan la contaminación del agua, la erosión del suelo, y la pérdida de hábitats ricos en biodiversidad.

### Alternativas

El cultivo de café en Colombia tiene un compromiso reconocido con el medio ambiente que se centra en la renovación, la gestión de la huella ambiental, el desarrollo de Infraestructura productiva y comunitaria, la implementación de sistemas agroforestales que incluyan un componente de reforestación y la gestión del agua. Las asociaciones de cafeteros han implementado programas de investigación y capacitación para reducir el uso del agua desarrollando herramientas como el beneficio ecológico del café que reduce el 95% del recurso que se empleaba para este proceso (FNC, 2019).

Desde 2005 se implementó el Programa Forestal y de Conservación de Biodiversidad en alianza con los Gobiernos colombiano y alemán, impactando a 59 municipios en ocho departamentos cafeteros. Este programa ha implemen-

tado acciones para un adecuado uso de suelo, combinando el cultivo de café con arreglos agroforestales, plantaciones forestales y cercos vivos, acompañado de acciones de conservación y cuidado de los bosques naturales, mejorando la conectividad del hábitat y de la biodiversidad en la zona cafetera. Se implementan prácticas de producción sostenibles que usan y contaminan menos agua, racionalizan el uso de agroquímicos y reduzcan los desechos orgánicos e inorgánicos (FNC, 2019). Internacionalmente se han desarrollado estándares para el café sostenible que puede ser un cultivo tecnificado sostenible o un cultivo de café orgánico, para in-

centivar estas prácticas se han gestionado alianzas para certificar las buenas prácticas de producción y comercialización, accediendo a mercados internacionales que dan mejores beneficios económicos. Para aquellas asociaciones que cumplen con los estándares de sostenibilidad del producto Actualmente existen ocho programas que agrupan cerca de 500.000 hade cultivo, siendo la verificación 4C el programa con mayor número de fincas (61%), seguido de C.A.F.E. Practices (12%) y Nespresso AAA (10%).



### Cacao

El cacao en Colombia tiene una extensión de cultivo de 175.000 ha (aproximadamente la superficie de todo el departamento del Quindío) distribuido principalmente en Santander (42%), Antioquia (9%), y Arauca (8%) pero se extiende por más de 400 municipios en 30 departamentos aportando a la economía de alrededor de 52.000 familias. El cultivo y la producción se han ido extendiendo gracias a los rendimientos obtenidos por mejoras del cultivo, las variedades y el control de enfermedades que han hecho del cacao colombiano apetecible para la exportación en mercados que buscan variedades especiales de sabor y aroma. Sin embargo, en américa latina casi el 80% de la producción es convencional y solo el 15% de las fincas está certificada, dejando una oportunidad enorme de enfocarse en los mercados más exigentes que también buscan productos limpios y más amigables con el medio ambiente (Vignati & Gómez-García, 2018).



100,000

150,000

50,000

#### Modelo convencional

Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15 S. del Ecuador. La precipitación óptima para el cacao es de 1500 a 2,500 mm. Se distribuye en plantaciones ubicadas desde los 300 msnm con cacaos que crecen satisfactoriamente en ecosistemas amazónicos y variedades de altura que se desarrollan en los Andes. Se considera que una intensidad lumínica menor del 50% limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% los aumenta. Se implementa el uso de agroquímicos para fertilizar el suelo, controlar enfermedades, evitar la proliferación de hongos y plantas herbáceas al interior del cultivo.

### Afectaciones comunes al medio ambiente

Las principales afectaciones al medio ambiente que el cultivo de cacao produce son las siguientes (Konstantas et al., 2018; Ramos Pérez, 2014):

- Erosión del suelo: principalmente durante el desarrollo de las actividades de establecimiento del vivero y la siembra de plantas en el sitio definitivo, como resultado de la remoción de terreno y las coberturas vegetales originales que lo sostienen particularmente en las áreas con pendiente pronunciada.
- Contaminación de suelo y fuentes de agua: La contaminación del suelo y las fuentes hídricas ocurre principalmente durante las actividades de manejo de arvenses, manejo fitosanitario de plagas y enfermedades, el establecimiento de viveros y la desinfección de sustratos.

- Contaminación por residuos sólidos:
   Este tipo de contaminación hace referencia a la acumulación de residuos sólidos en campo, especialmente bolsas y envases derivados de las actividades de cultivo.
- Reducción fuentes hídricas: La implementación y uso de un sistema de riego inadecuado y/o ineficiente puede aumentar el consumo del agua y por ende una disminución del caudal de las diferentes fuentes hídricas de las que se alimenta el cultivo.
- Pérdida de biodiversidad: se deriva de actividades como la adecuación de lotes de siembra en áreas de ecosistemas naturales que implica deforestación y transformación del paisaje, modificando los hábitats de especies de fauna y flora.





#### Alternativas

En Colombia se han desarrollado una serie de iniciativas que buscan la producción de cacao sostenible. Para ello se plantearon los Lineamientos Básicos del Cacao Sostenible – LBCS, un conjunto de criterios de evaluación aplicables a las organizaciones y sus productores asociados, que permite conocer sus avances en la implementación de prácticas sostenibles y a la vez conocer los vacíos del programa de mejoramiento productivo y de madurez organizacional (LBCS-Organizaciones et al., 2017).

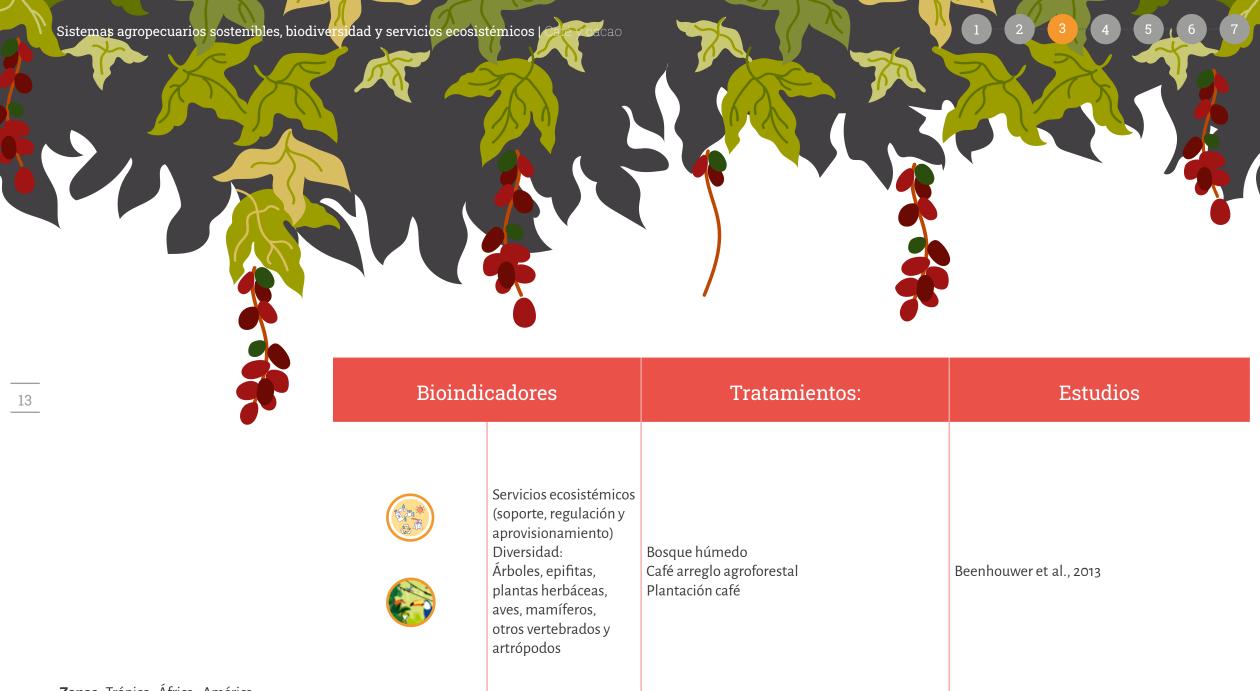
Los criterios básicos de sostenibilidad evaluados en LBCS, están basado en los principios de:

- Fortalecer el relacionamiento interno mediante procesos de planificación conjunta.
- Incorporar principios del comercio justo.
- Implementar buenas prácticas agrícolas, realizando inversiones y utilizando insumos de bajo impacto, promoviendo la autosuficiencia de estos y en clara dirección de mejoramiento de la productividad dentro de las condiciones locales.

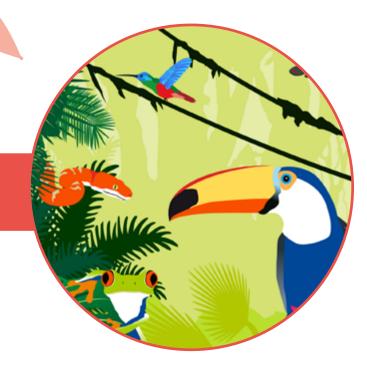


- Mejoramiento de la calidad como mecanismo de estímulo y preparación de ingreso a mercados más sofisticados.
- Implementar capacidades y procesos básicos de aseguramiento de calidad.
- Visibilidad de las asociaciones y productores en los primeros pasos hacia la sostenibilidad.
- Articulación temprana con clientes nacionales e internacionales sensibles a los procesos de sostenibilidad y potenciales compradores de producto certificado.





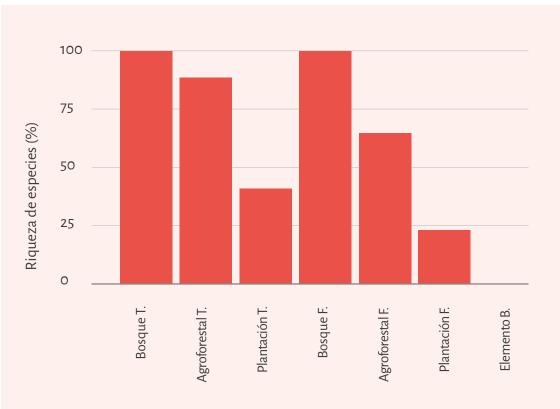
**Zonas:** Trópico, África, América Latina y Asia.



sultados de la riqueza de especies de 59 publicaciones comparando bosques, sistemas agroforestales de cultivo y plantaciones exclusivas. Encontraron que hubo una reducción del 11% en la riqueza de especies en el sistema agroforestal respecto del bosque

En este metaanálisis se incluyeron los re- y un 59% en la plantación en el total de especies. Cuando se analizaron únicamente las especies que tienen preferencia por las coberturas forestales, se incrementan las diferencias, siendo 35% inferior el agroforestal que el bosque y 77% menor la plantación al bosque (Beenhouwer et al., 2013).

Figura 1. Riqueza de especies en una matriz de cultivo de café y cacao.

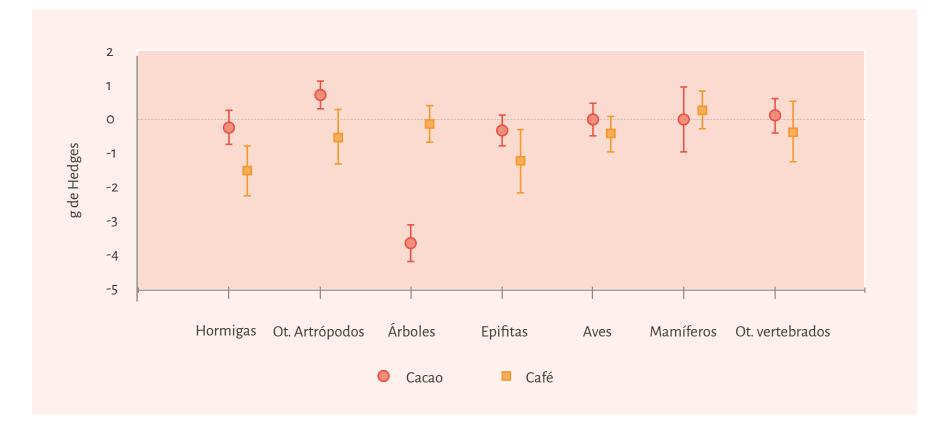


T: riqueza de especies total. F: riqueza de especies con requerimientos de hábitat forestales.

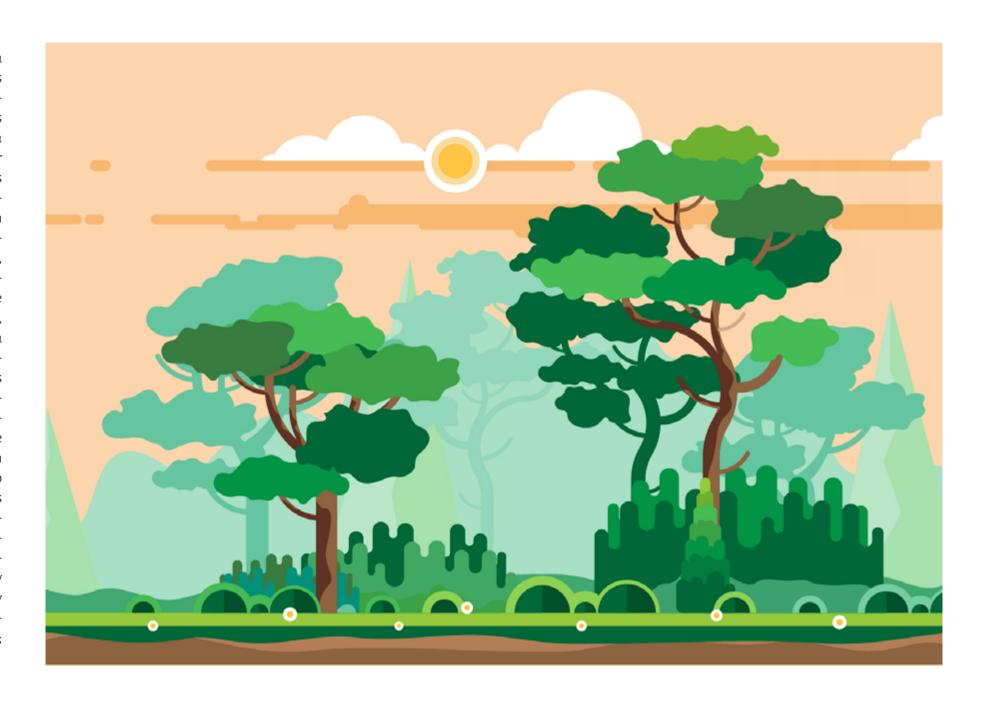
Las comparaciones estadísticas demuestran que solo las especies de bosque se ven reducidas cuando se compara un bosque con un sistema agroforestal, mientras que las especies generalistas no demuestran una reducción de riqueza. Se analizaron los grupos taxonómicos por separado para comparar el efecto so-

bre la riqueza de especies de la conversión de bosques a sistemas agroforestales (figura 2) muestra el tamaño del efecto (g de Hedges) agrupando los valores de todos los estudios. Cuando el valor es negativo, quiere decir que los valores en el sistema agroforestal son menores que en el sistema natural y viceversa. El análisis muestra valores negativos para los grupos hormigas, árboles y plantas epifitas. Al mismo tiempo, muestra que no hay diferencias en el numero de especies entre los sistemas agroforestales y los bosques en cuanto a los grupos de otros artrópodos, aves y mamíferos (Beenhouwer et al., 2013).

Figura 2. Tamaño del efecto. Riqueza de especies de diferentes grupos taxonómicos en la comparación bosquesistema agroforestal.



Estos resultados muestran que la riqueza de especies de árboles, epifitas y hormigas disminuye significativamente con la intensificación del manejo. Los árboles son los más sensibles debido a la perdida de especies. La eliminación de árboles grandes puede tener un impacto negativo directo en las plantas epífitas y las hormigas a través de la reducción del hábitat y los cambios asociados en la disponibilidad de recursos y cambios posteriores en el microclima (Hundera et al., 2013). Por otro lado, los grupos menos sensibles a cambios en el uso del suelo de bosque a sistemas agroforestales son los artrópodos, mamíferos y aves. Para los mamíferos, se ha registrado una tolerancia bastante alta de especies de pequeñas en bosques perturbados y bordes de bosques (Daily et al., 2003; Pardini, 2004). Las aves son un grupo bien estudiado, su riqueza de especies no disminuye significativamente con la intensificación creciente. Sin embargo, este metaanálisis no considero la composición de especies. Otros estudios han mostrado un nivel similar de riqueza de especies entre los sistemas agroforestales, pero la composición de la comunidad de aves es diferente con más frugívoros y aves del sotobosque en las áreas de bosque y especies generalistas y granívoras en los sistemas más intervenidos (Clough et al., 2011; Harvey & González Villalobos, 2007).



### Servicios ecosistémicos

En este metaanálisis se incluyeron 24 publicaciones que hacían mediciones sobre diversos servicios ecosistémicos en ecosistemas tropicales. La provisión de servicios ecosistémicos en sistemas agroforestales fue un 63% del valor del bosque y un 46% en las plantaciones respecto al bosque.

Los hábitats naturales pueden proporcionar niveles más altos de servicios ecosistémicos, como ya lo subrayaron muchos otros autores (Naidoo et al., 2008). Algunos investigadores, por ejemplo, indicaron una relación negativa de la intensificación del manejo del café en México con el servicio de polinización de abejas nativas, encontrando plantas más saludables en los cultivos



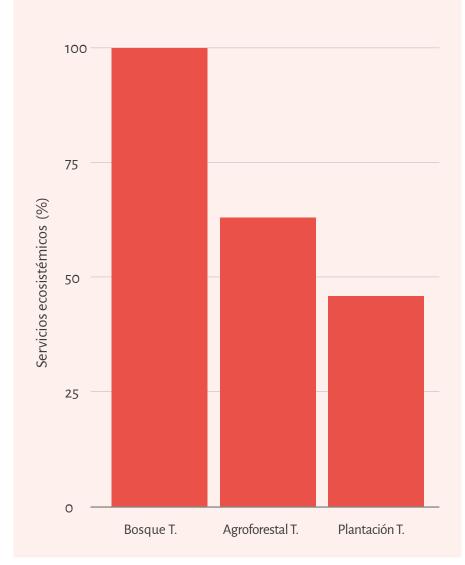
desarrollados con menor intensidad. Por otro lado, servicios ecosistémicos como el secuestro de carbono pueden no estar relacionados con las medidas reportadas de pérdidas de biodiversidad en los sistemas más alterados, siendo así que los cultivos pueden tener rendimientos equivalentes para la provisión de este servicio.

### Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que la conversión de bosques y ecosistemas naturales a plan-

taciones de café o cacao ya sean de tipo agroforestal o intensivos a cielo abierto, conlleva una pérdida de biodiversidad importante y por tanto no debe ser promovida. Por otro lado, la diversificación de las plantaciones monoespecíficas actuales de café y cacao mejorará la provisión de servicios ecosistémicos y aportará a la conservación de la biodiversidad (Beenhouwer et al., 2013).

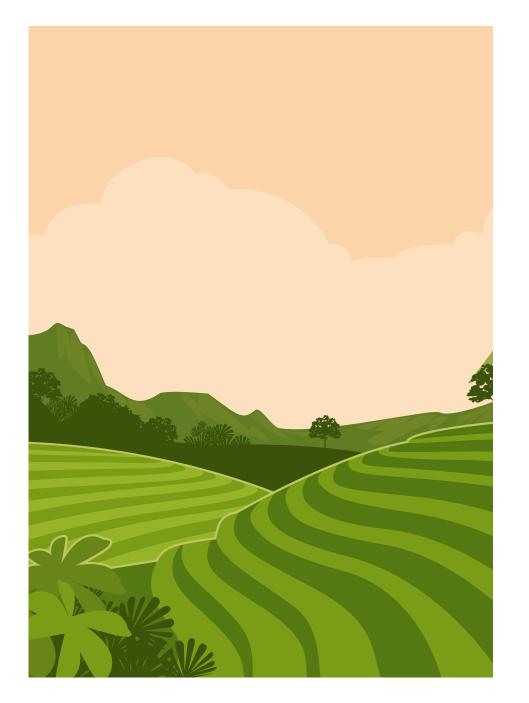
Figura 3. Porcentaje de provisión de servicios ecosistémicos para el bosque, los sistemas agroforestales de café y cacao y las plantaciones extensivas convencionales de cielo abierto.







Bioindicadores		Tratamientos:	País	Estudios
	Anfibios	Bosque de niebla Plantaciones agroforestales de café o cacao con sombra: PS Plantaciones agroforestales de café o cacao sin sombra: NPS	Colombia	Brüning et al., 2018
	Aves: movilidad	Plantaciones tradicionales de café y cacao Plantaciones agroforestales de café o cacao con sombra Plantaciones agroforestales de café o cacao con cercas vivas múlti-estrato Contraste con el peor escenario de degradación del paisaje	Costa Rica	Estrada-Carmona et al., 2019



### Anfibios

La riqueza de anfibios total para las coberturas evaluadas fue de 3 especies para el bosque y 4 especies tanto para los cultivos con sombra como para los cultivos sin sombra. Estos resultados muestran que las plantaciones de café y cacao con sombra tienen un efecto positivo para los anfibios representado en una comunidad más equitativa. Cabe destacar que los valores medios de la riqueza solo difieren por una especie respecto al bosque. Se compararon estos resultados respecto a pastos de ganadería (1 especie) y los humedales cercanos (7 especies) siendo estos últimos los que registraron una mayor riqueza de especies total y una comunidad más equitativa que los cultivos con sombra (Brüning et al., 2018).

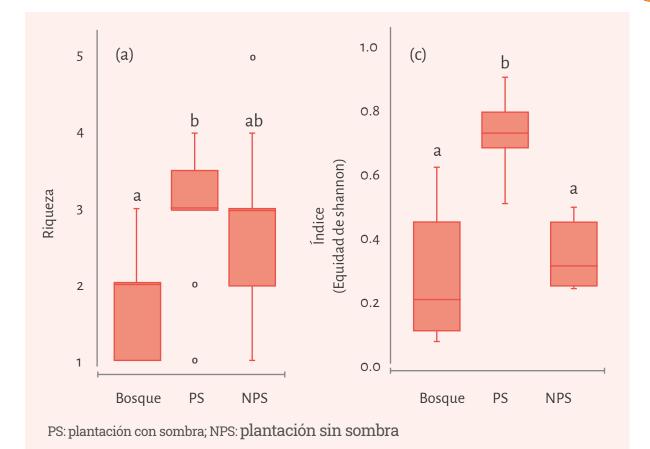
### Conclusiones

La composición de las especies difirió notablemente entre los diferentes tipos de uso del



suelo, lo que indica que no había un solo tipo sistema que fuera preferido por todas las especies. Esto pone de evidencia la necesidad de un enfoque paisajístico para la conservación de la biodiversidad en bosques fragmentados. La conservación debe centrarse en las unidades de los sistemas productivos, así como en la matriz del paisaje. Este estudio sugiere que, en los paisajes de bosques montanos modificados por uso del suelo humanos, se debe promover la agricultura a pequeña escala que genere heterogeneidad del paisaje para salvaguardar efectivamente la biodiversidad.

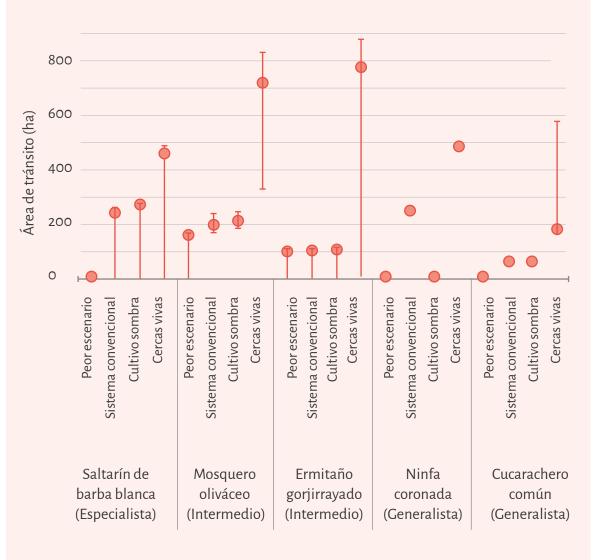
Figura 4. Riqueza de especies y equidad de la comunidad de anfibios en sistemas producticos de café/cacao.





Los paisajes agrícolas pueden representar una barrera para la movilidad y dispersión de algunas especies nativas. En plantaciones de café y cacao se evaluó el efecto de 4 arreglos de cultivo distintos en la movilidad de cinco especies de aves con requerimientos de hábitat distintos (especialistas del bosque, generalistas e intermedias. Las alternativas consideraron 1: el peor escenario, que

considera cambiar todas las cercas vivas existentes por postes y alambre, 2: el cultivo convencional a cielo abierto con una densidad baja de árboles, 3: convertir todos los cultivos a plantaciones agroforestales múlti-estrato y 4: convertir todas las cercas y caminos en cercas vivas y pasajes múlti-estrato (Estrada-Carmona et al., 2019).



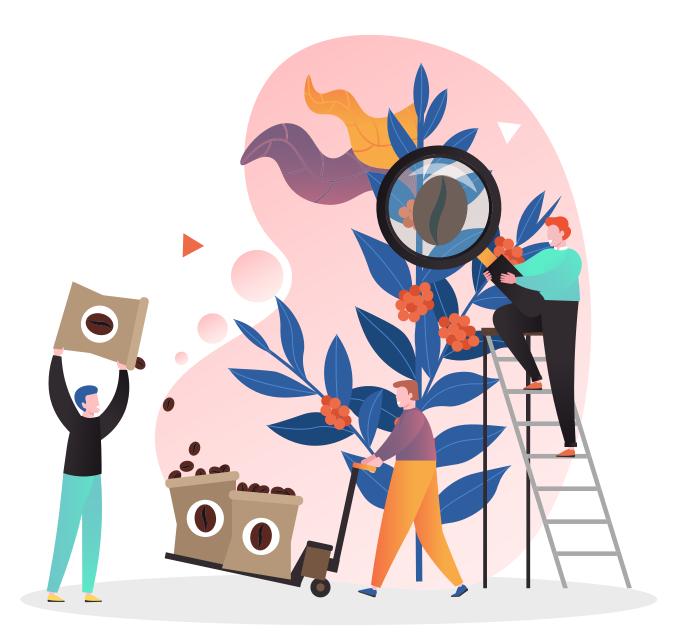


Los resultados del modelo sugieren que las cercas vivas multi-estrato existentes mantienen el movimiento esporádico de las cinco especies aparte de su dependencia del bosque. En este modelo la adición de cercas vivas duplicó las áreas disponibles de paso, aumentando la movilidad de especies, pero también produjo callejones sin salida (cercas vivas o caminos que no llevaba a ningún lado). Los sistemas agroforestales múlti-estrato también aumentan la movilidad de las especies intermedias y generalistas, pero sin caminos de conexión entre los relictos de

bosque y los cultivos tienden a ser menos eficientes (Estrada-Carmona et al., 2019).

### Conclusiones

Si bien la conservación de grandes parches de hábitat sigue siendo importante para la conservación, la gestión de la conectividad en las fincas productoras complementa estos esfuerzos al aumentar la probabilidad de movimiento y reducir la resistencia a la dispersión de las especies de aves que dependen del bosque (Estrada-Carmona et al., 2019).







Bioindicadores		Tratamientos:	País	Estudios
	Cobertura vegetal	Café certificado Café convencional	Colombia	Rueda et al., 2015
(vi	Mamíferos	Bosque Café de sombra Café intensivo al sol	Costa rica	Caudill et al., 2015

### Cobertura vegetal

En el departamento de Santander a lo largo del Rio Suárez entre los años 2003 a 2009 se inició un programa de certificación de café (Rain Forest Alliance) que requirió a los productores proteger los parches de vegetación natural y ejercer acciones de restauración. Durante este periodo hubo una ganancia de 850 ha de cobertura forestal boscosa en la región en las áreas de producción cafetalera. Se comparó el aporte realizado por fincas certificadas y no certificadas, encontrando que las fincas certificadas realizaron un aporte de 5,95 ha en promedio, respecto a un aporte a la cobertura forestal neto igual a cero en las fincas no certificadas (Rueda et al., 2015).

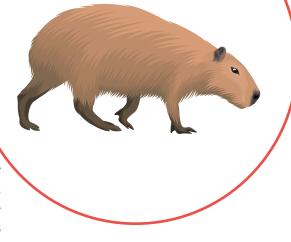
Los programas de eco-certificación que incluyen factores de protección de

los sistemas naturales y acciones de mejora de cobertura como el programa de certificación RFA, que promueve la conservación de los remanentes forestales y la vegetación ribereña, está asociada con un aumento detectable de la cubierta forestal en la región cafetalera. La cubierta forestal densa ha aumentado en el área de estudio en su conjunto desde la introducción del programa de certificación RFA sugiriendo adicionalidad, las fincas certificadas contribuyeron significativamente más a esa tendencia que las no certificadas (Rueda et al., 2015).

Se registraron un total de 17 especies de mamíferos pequeños y medianos no voladores, su abundancia y riqueza no voladores no difirió entre el café el bosque adyacente y los cultivos de café con sombra (Caudill et al., 2015). Ambos sistemas difirieron de la plantación de café a pleno sol que tuvo un riqueza y abundancia menores. Dentro de los hábitats estudiados, a nivel de parcela, mayores cantidades de cubierta de dosel y vegetación de estratos más bajos (es decir, malezas, pastos, plantas y arbustos del sotobosque de 5 cm—1 m de altura) estuvieron relacionadas con un aumento significativo de la abundancia y riqueza de mamíferos pequeños.

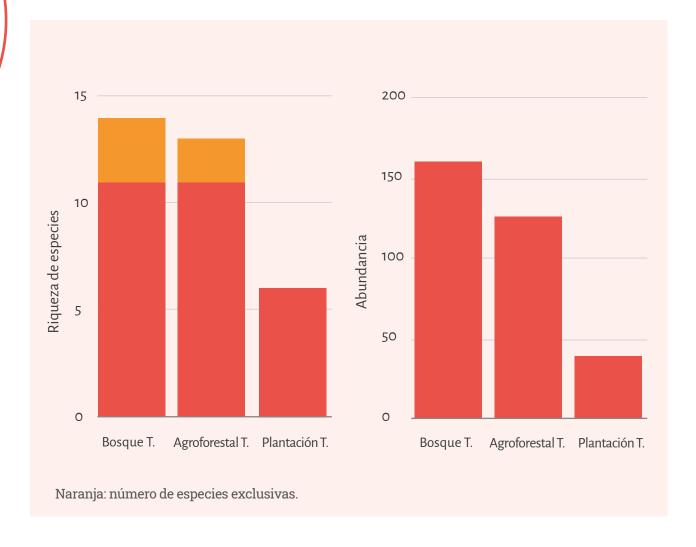
#### Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que, si bien no hay sustituto para el bos-

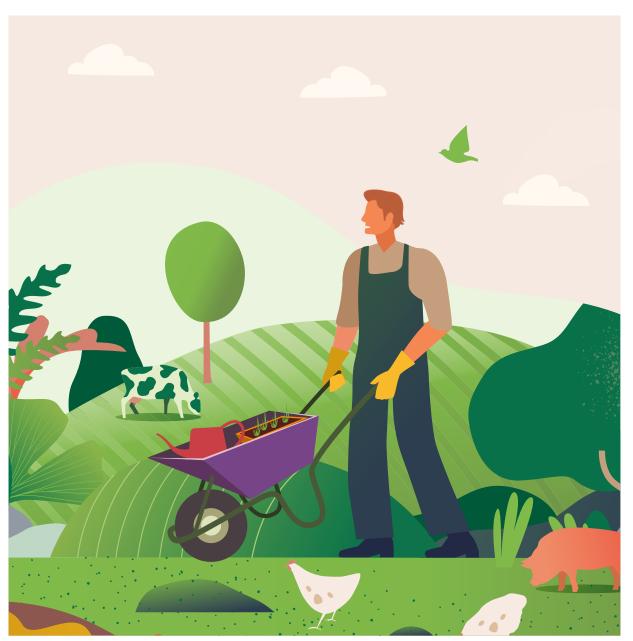


que nativo, el café de sombra proporciona hábitat para pequeños mamíferos no voladores, particularmente en comparación con el café a pleno sol. Se recomienda incluir árboles de sombra, mantener altas cantidades de cobertura de copas, (5cm – 1 m) dentro de los cafetales (Caudill et al., 2015). Se recomienda también preservar o restablecer áreas forestales incrustadas dentro del paisaje cafetero para mejorar la diversidad de pequeños mamíferos. El café de sombra es prometedor como estrategia de conservación para promover la conservación de la vida silvestre y proteger la biodiversidad de los mamíferos.

Figura 6. Riqueza y abundancia de mamíferos pequeños no voladores.









Bioindicadores	Tratamientos:	País	Estudios
Arboles Herbáceas Hongos Invertebrados Aves Mamíferos Anfibios	Cacao de sombra Productividad vs biodiversidad	Indonesia	Clough et al., 2011

### Diversidad y productividad

especies de varios grupos taxonómicos que redujo mayormente su riqueza de con el aumento de la productividad en cultivos agroforestales de cacao. La rique- ya que los cultivadores de café realizan za de especies de árboles, hongos, invertebrados y vertebrados no disminuyó con et al., 2011).

Se evaluó la respuesta de la riqueza de el rendimiento. Por el contrario, el grupo especies fue el de las plantas herbáceas un control activo de "malezas" (Clough

### Conclusiones

Los agroecosistemas de cacao ofrecen la oportunidad de combinar un alto rendimiento agrícola y objetivos de conservación de la biodiversidad. La relación productividad-biodiversidad muestran que con una buena relación entre la sombra y prácticas adecuadas de cultivo pueden lograrse aumentos sustanciales del rendimiento en los paisajes agroforestales de pequeños propietarios sin aumentar la presión sobre resto del hábitat natural del bosque (Clough et al., 2011). Sin embargo, las especies endémicas y especialistas de los ecosistemas naturales pueden verse afectadas en mayor medida por la extensión de uso de suelo de estos sistemas productivos (Steffan-Dewenter et al., 2007).

(A) árboles, (B) plantas herbáceas (C) hongos endofíticos, (D) mariposas, (E) hormigas, (F) arañas, (G) aves, (H) ratas y (I) anfibios, pero disminuye significativamente en (B) hierbas. Las líneas discontinuas son modelos lineales de intercepción.

A medida que los biomas de bosques primarios son intervenidos alterando su estructura original, los hábitats modificados o secundarios empiezan a tomar importancia para la conservación de la biodiversidad (Asner et al., 2009; Edwards et al., implementación de sistemas rústicos y cultivos tivos a gran escala y la deforestación para pasto- yacentes (Mas & Dietsch, 2004). reo de ganado, la mayoría de los sistemas foresdad de las especies y los ecosistemas.

en comparación con los entornos estructuralmenet al., 2019). te más pobres como los monocultivos o los pasti-

2014). Si bien muchos ecosistemas forestales de orgánicos con la capacidad de soportar una divertierras bajas están amenazados por los monocul-sidad similar a los sistemas forestales naturales ad-

micos han encontrado resultados similares en la certificación que buscan una mejora en las prác-saciones por pérdida de biodiversidad.

ticas agrícolas y que a su vez este esfuerzo por parte La actualización de cultivos es una forma eco- de los agricultores se vea reflejado en una mejora tales montanos se enfrentan a la fragmentación nómica de realizar aportes a la biodiversidad sin de sus ingresos económicos. Además, el proceso de a pequeña escala a través de múltiples prácticas necesidad de extender las plantaciones hacia los certificación provee información al consumidor soagrícolas que producen una matriz compleja y ecosistemas naturales. Esta actualización puede bre las prácticas de producción y los beneficios amheterogénea. En estas regiones las estrategias de realizarse sobre la estructura de la plantación de bientales, económicos y comerciales que se apoyan conservación deben considerar esa complejidad café o cacao dependiendo de los requerimientos lo que puede generar una preferencia de adquisiy maximizar su eficiencia valiéndose de la capa- de las variedades y las condiciones microclimáti- ción. Una vez implementados este tipo de progracidad de los sistemas productivos para realizar cas del área de producción. Las plantas improduc- mas debe existir un seguimiento de la calidad de las aportes a la preservación, dispersión y conectivitivas en los campos de los agricultores pueden ser coberturas forestales y el origen de las plantaciones sustituidos por otros más vigorosos, jóvenes y con agroforestales, ya que pueden incentivar iniciativas Los estudios que se revisaron en esta sección mayor productividad o reemplazados por plan- de conversión de ecosistemas naturales para obtedan cuenta de la utilidad de sistemas como las tas y árboles nativos útiles (madera y productos ner los beneficios de la venta de café o cacao valoplantaciones agroforestales, su complejidad es- forestales no maderables) asociados que produz- rado con mejores precios (Tejeda-Cruz et al., 2010). tructural demostró claramente una mayor capaci- can un paisaje más heterogéneo, cuidando que se En ese caso los beneficios de un cultivo agroforestal dad para mantener niveles más altos de diversidad conserve el sotobosque y la estratificación (Sonwa certificado serían menores que los de retener y conservar los ecosistemas naturales adyacentes a una La diversificación de estas alternativas de cul- plantación convencional, llevando a cuestas un pazales. Diversos estudios con otros grupos taxonó- tivo ha incentivado el desarrollo de programas de sivo ambiental mayor en el contexto de las compen-

## Referencias

- Arcila-Pulgarín, J. (2007). Renovación y Administración de los Cafetales para Estabilizar la Producción Fina. En Sistemas de Producción de Café Colombia (p. 309). https://www. cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo7.pdf
- Asner, G. P., Rudel, T. K., Aide, T. M., Defries, R., & Emerson, R. (2009). A Contemporary Assessment of Change in Humid Tropical Forests. *Conservation Biology*, 23(6), 1386–1395. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01333.x
- Beenhouwer, M. D., Aerts, R., & Honnay, O. (2013). A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 175, 1–7. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.003
- Brüning, L. Z., Krieger, M., Meneses-Pelayo, E., Eisenhauer, N., Pinilla, M. P. R., Reu, B., & Ernst, R. (2018). Land-use heterogeneity by small-scale agriculture promotes amphibian diversity in montane agroforestry systems of northeast Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264, 15–23. https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.011

- Caudill, S. A., DeClerck, F. J. A., & Husband, T. P. (2015). Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation:
   Does shade coffee provide habitat for mammals? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 85–93. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.023
- Clough, Y., Barkmann, J., Juhrbandt, J., Kessler, M., Wanger, T. C., Anshary, A., Buchori, D., Cicuzza, D., Darras, K., Putra, D. D., Erasmi, S., Pitopang, R., Schmidt, C., Schulze, C. H., Seidel, D., Steffan-Dewenter, I., Stenchly, K., Vidal, S., Weist, M., ... Tscharntke, T. (2011). Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20), 8311–8316. https://doi.org/10.1073/pnas.1016799108
- Daily, G. C., Ceballos, G., Pacheco, J., Suzán, G., & Sánchez-Azofeifa, A. (2003). Countryside Biogeography of Neotropical Mammals: Conservation Opportunities in Agricultural Landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology*, 17(6), 1814–1826. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00298.x
- Edwards, D. P., Tobias, J. A., Sheil, D., Meijaard, E., & Laurance, W. F. (2014). Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(9), 511–520. https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.07.003

- Estrada-Carmona, N., Martínez-Salinas, A., DeClerck, F. A. J., Vílchez-Mendoza, S., & Garbach, K. (2019). Managing the farmscape for connectivity increases conservation value for tropical bird species with different forest-dependencies. *Journal of Environmental Management*, 250, 109504. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109504
- FNC. (2019). Informe de Sostenibilidad 2015-2018.
- Harvey, C. A., & González Villalobos, J. A. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2257–2292. https://doi.org/10.1007/s10531-007-9194-2
- Hundera, K., Aerts, R., De Beenhouwer, M., Van Overtveld, K., Helsen, K., Muys, B., & Honnay, O. (2013). Both forest fragmentation and coffee cultivation negatively affect epiphytic orchid diversity in Ethiopian moist evergreen Afromontane forests. *Biological Conservation*, 159, 285–291.
- Konstantas, A., Jeswani, H. K., Stamford, L., & Azapagic, A. (2018). Environmental impacts of chocolate production and consumption in the UK. *Food Research International*, 106, 1012–1025. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.042

- LBCS-Organizaciones, Embajada Suiza en Colombia, Red Cacaotera, & ITC. (2017). Lineamietos Básicos de Cacao Sostenible (V. 2.).
- Mas, A. H., & Dietsch, T. V. (2004). Linking Shade Coffee Certification to Biodiversity Conservation: Butterflies and Birds in Chiapas, Mexico. *Ecological Applications*, 14(3), 642–654. https://doi.org/10.1890/02-5225
- Naidoo, R., Balmford, A., Costanza, R., Fisher, B., Green, R. E., Lehner, B., Malcolm, T. R., & Ricketts, T. H. (2008). Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9495–9500. https://doi.org/10.1073/pnas.0707823105
- Olmos, X. (2020). El comercio internacional como incentivo a la sostenibilidad: La experiencia de la Red Latinoamericana y del Caribe de la Huella Ambiental del Café.
- Pardini, R. (2004). Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. *Biodiversity & Conservation*, 13(13), 2567–2586. https://doi.org/10.1023/B:B-IOC.0000048452.18878.2d
- Ramos Pérez, D. F. (2014). Consideraciones ambientales y viabilidad socioeconómica del sistema productivo del cacao el caso de los agricultores de Pueblo Bello, Departamento del César. Pontificia Universidad Javeriana.

- Rueda, X., Thomas, N. E., & Lambin, E. F. (2015). Eco-certification and coffee cultivation enhance tree cover and forest connectivity in the Colombian coffee landscapes. *Regional Environmental Change*, 15(1), 25–33. https://doi.org/10.1007/s10113-014-0607-y
- Sonwa, D. J., Weise, S. F., Schroth, G., Janssens, M. J. J., & Shapiro, H.-Y. (2019). Structure of cocoa farming systems in West and Central Africa: A review. *Agroforestry Systems*, 93(5), 2009–2025. https://doi.org/10.1007/s10457-018-0306-7
- Steffan-Dewenter, I., Kessler, M., Barkmann, J., Bos, M. M., Buchori, D., Erasmi, S., Faust, H., Gerold, G., Glenk, K., Gradstein, S. R., Guhardja, E., Harteveld, M., Hertel, D., Höhn, P., Kappas, M., Köhler, S., Leuschner, C., Maertens, M., Marggraf, R., ... Tscharntke, T. (2007). Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(12), 4973–4978. https://doi.org/10.1073/pnas.0608409104
- Tejeda-Cruz, C., Silva-Rivera, E., Barton, J. R., & Sutherland, W. J. (2010). Why Shade Coffee Does Not Guarantee Biodiversity Conservation. *Ecology and Society*, 15(1). JSTOR. https://www.jstor.org/stable/26268117
- Vignati, F., & Gómez-García, R. (2018). *Iniciativa Latino-* americana del Cacao.





Sistemas agropecuarios sostenibles, biodiversidad y servicios ecosistémicos

Referentes para Colombia



Café y cacao



Ganadería



Aguacate



Palma de aceite



Cereales, papa y otros cultivos de importancia para Colombia