



Mercados de carbono en el sector agropecuario

Oportunidades y riesgos
para Centroamérica
y la República Dominicana

Leda Peralta



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



NACIONES UNIDAS



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme

Conozca nuestras redes sociales y otras fuentes de difusión en el siguiente link:



<https://bit.ly/m/CEPAL>





Mercados de carbono en el sector agropecuario

Oportunidades y riesgos
para Centroamérica
y la República Dominicana

Leda Peralta



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Este documento fue elaborado por Leda Peralta, Jefa de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Cambio Climático de la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México. Se agradece la colaboración de Jaime Olivares, Machel Pantin, So Jeong Lee, Felipe de León Denegri, Karina Caballero, Arturo Villegas y Yingxin Zhao.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Notas explicativas:

Los tres puntos indican que los datos faltan, no constan por separado o no están disponibles.

La raya indica que la cantidad es nula o despreciable.

La coma se usa para separar los decimales.

La palabra “dólares” se refiere a dólares de los Estados Unidos, salvo cuando se indique lo contrario.

La barra puesta entre cifras que expresen años (por ejemplo, 2022/2023) indica que la información corresponde a un período de 12 meses que no necesariamente coincide con el año calendario.

Debido a que a veces se redondean las cifras, los datos y los porcentajes presentados en los elementos gráficos no siempre suman el total correspondiente.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/MEX/TS.2025/18

Distribución: L

Copyright © Naciones Unidas, 2025

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

Esta publicación debe citarse como: Peralta, L. (2025). *Mercados de carbono en el sector agropecuario: oportunidades y riesgos para Centroamérica y la República Dominicana* (LC/MEX/TS.2025/18). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	5
Resumen ejecutivo.....	7
Introducción	9
I. Mercados e instrumentos de precio al carbono.....	11
A. Instrumentos de precio al carbono.....	11
B. Mercados internacionales y mecanismos de cooperación.....	14
C. Relevancia de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión y los créditos de carbono para el sector agropecuario	15
II. Aprovechamiento de los créditos de carbono en el sector agropecuario de la subregión del SICA	21
A. Perfil del sector agropecuario de la subregión del SICA.....	21
B. Preparación para el uso de créditos de carbono en el sector agropecuario	25
C. Oportunidades para la reducción de emisiones según las características del sector agropecuario de la subregión del SICA.....	30
1. Agricultura	32
2. Ganadería.....	37
D. Capacidades técnicas, operativas, políticas y prospectivas.....	39
III. Reflexiones finales	41
Bibliografía.....	43
Anexo	47

Cuadros

Cuadro 1	Características de los mercados de carbono regulados y voluntarios.....	11
Cuadro 2	Características generales de los instrumentos de precio al carbono.....	12
Cuadro 3	Componentes del artículo 6 del Acuerdo de París	14
Cuadro 4	Frecuencia de sectores considerados en los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión del estudio.....	15

Cuadro 5	Volumen, valor y precio de los créditos de carbono comercializados en 2024 por sector.....	18
Cuadro 6	Potenciales beneficios y riesgos de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión y de los créditos de carbono.....	19
Cuadro 7	Países del SICA: algunas características del sector agropecuario.....	21
Cuadro 8	Medidas de mitigación apropiadas para cada país.....	25
Cuadro 9	Áreas funcionales de la evaluación integrada del artículo 6.....	26
Cuadro 10	Principales fuentes de información.....	26
Cuadro 11	Categorías de análisis del nivel de preparación para el uso del artículo 6 del Acuerdo de París.....	27
Cuadro 12	Resumen de los resultados del nivel de preparación para usar los créditos de carbono en el sector agropecuario.....	29
Cuadro 13	Técnicas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles.....	31
Cuadro 14	Secuestro de carbono superficial por tipo de sistema de agroforestería, <i>tC/ha/año</i>	32
Cuadro 15	Belice: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	33
Cuadro 16	Costa Rica: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	33
Cuadro 17	El Salvador: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	34
Cuadro 18	Guatemala: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	34
Cuadro 19	Honduras: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	35
Cuadro 20	Nicaragua: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	35
Cuadro 21	Panamá: emisiones evitadas en toneladas de <i>CO2eq</i> por tipo de sistema de agroforestería y cultivo.....	36
Cuadro 22	agroforestería y cultivo.....	36
Cuadro 23	Subregión del SICA: emisiones de <i>CO2eq</i> evitadas en la ganadería.....	38
Cuadro 24	Capacidades técnicas, operativas, políticas y prospectivas (TOPP) para el aprovechamiento de los mecanismos de créditos de carbono.....	39

Gráficos

Gráfico 1	Subregión del SICA: evolución histórica de la participación de las emisiones de la agricultura, 1970-2022.....	23
Gráfico 2	Centroamérica y República Dominicana: intensidad carbónica del sector agropecuario, 2000 y último año reportado en los inventarios nacionales de gases efecto invernadero.....	23

Recuadros

Recuadro 1	Estudio de caso: la fijación de precios a las emisiones agrícolas en la Unión Europea.....	16
Recuadro 2	Medidas de mitigación apropiadas para cada país.....	25

Diagrama

Diagrama 1	Cronología de implementación de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión considerados.....	13
------------	--	----

Resumen

El objetivo de este estudio es explorar la pertinencia y la utilidad de los instrumentos de precio del carbono, especialmente los créditos de carbono, como mecanismos de acceso a financiamiento climático para el sector agropecuario en la subregión del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Los créditos de carbono tienen el potencial de contribuir a la reducción global de emisiones, tanto mediante una mayor cooperación internacional, como facilitando el acceso a financiamiento, tecnología y conocimientos. Sin embargo, su diseño e implementación requiere de capacidades institucionales sofisticadas y una normativa habilitadora. Además, las reducciones de emisiones no conllevan automáticamente a la emisión de créditos o su comercialización. Ambos retos son considerables para la subregión del SICA, no solo por su capacidad incipiente de usar estos mecanismos, sino también por el reducido tamaño de su sector agropecuario en la escala global y la prevalencia de productores de pequeña escala y autoconsumo.

En general, se encontró que los instrumentos de precio al carbono deben ser parte de una estrategia de financiamiento climático, no la sustituyen ni son un fin en sí mismos, sino que deben alinearse con las metas nacionales de reducción de emisiones y la visión de largo plazo de un desarrollo bajo en emisiones. Los datos, la normativa, la gobernanza y las capacidades institucionales necesarias para usar los créditos de carbono pueden tener impactos positivos en la planificación y la territorialización de la gestión agropecuaria. Más allá de permitir el acceso a mercados de carbono, el fortalecimiento de las capacidades institucionales técnicas, operativas, políticas y prospectivas puede mejorar el conocimiento sobre el sector, promover la toma de decisiones y el diseño de programas basados en evidencia, y mejorar la abogacía de la región por una arquitectura financiera más inclusiva.

Resumen ejecutivo

Los países de la subregión del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) tienen niveles de preparación incipientes para hacer un mayor uso de los mercados de carbono en general, específicamente en el sector agropecuario. El tamaño reducido de las fincas agropecuarias centroamericanas y la atomización de las emisiones dificultan el uso de sistemas de comercio de derechos de emisión. Sin embargo, los esfuerzos de la subregión por transformar sus sistemas productivos hacia la agroforestería y la silvicultura podrían facilitar el acceso a esquemas de créditos de carbono, como los proyectos de pago por resultados.

Si bien los esquemas de pago por resultados pueden apoyar el cierre de la brecha de financiamiento climático y aportar múltiples beneficios adicionales, debe tenerse en cuenta que los mercados de carbono también tienen limitaciones. Además de la volatilidad, el financiamiento climático por resultados solo representa el 5% del financiamiento climático total, en contraste con el 95% de financiamiento que se entrega al inicio del proyecto (Banco Mundial, 2022). Es decir, el financiamiento por resultados es menos disponible y requiere altas inversiones iniciales para sostener el proyecto hasta que pueda demostrar la reducción de las emisiones. Incluso si se logra reducir las emisiones, no es garantía de que los créditos serán buscados por los compradores. Los costos técnicos y operativos de implementar mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de emisiones también pueden ser altos. Por lo tanto, es importante contar con análisis de los costos de implementación, el potencial de retorno económico y otros beneficios múltiples.

Independientemente del tipo de instrumento de precio al carbono que se prefiera promover, es necesario contar con datos e información periódica y alineada con estándares acordados globalmente. En el sector agropecuario es importante aumentar el nivel de desagregación de los datos y la resolución de los inventarios de gases de efecto invernadero (GEI), así como facilitar el acceso a los datos y los cálculos. La mejora de los datos no solo facilita el acceso a mercados de carbono, sino que mejora el entendimiento general del sector y promueve la toma de decisiones basada en evidencia.

Los instrumentos de precio al carbono son una forma de acceder a financiamiento, pero no sustituyen una estrategia de financiamiento climático. Además del beneficio económico que pudieran generar, estos instrumentos permiten robustecer o construir capacidades institucionales, debido a que se necesita personal especializado en aspectos técnicos del financiamiento climático, el desarrollo de normativa habilitadora y la mejora de los datos y las estimaciones sectoriales.

La subregión comparte una serie de productos cultivados, sea por importancia para el consumo interno o para la exportación, tales como el maíz, el frijol, la caña de azúcar, el café, el aceite de palma, el banano y las frutas tropicales. Es recomendable promover proyectos regionales en cultivos de interés para varios países y aprovechar las experiencias ya desarrolladas, tales como las medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMAP) y los esquemas de pago por servicios ambientales.

Es necesario continuar mejorando la arquitectura global de acceso a financiamiento climático para que sea aprovechada por la agricultura, donde la mayoría de los emisores tienen fincas pequeñas con pocas emisiones. Muchos de los esquemas de monitoreo, reporte y verificación han sido desarrollado para sectores como la energía, donde hay pocos emisores que concentran la mayoría de las emisiones de GEI. La actual estructura podría representar altos costos de implementación que excluyen a productores de pequeña escala, comunidades y países en desarrollo.

Introducción

El acceso a financiamiento es uno de los principales determinantes de la capacidad de los países para cumplir con sus compromisos climáticos internacionales y aumentar la ambición de sus esfuerzos. Se estima que los países en desarrollo requieren entre 1,1 y 1,8 billones de dólares de financiamiento climático¹ anual entre 2025 y 2030 para cumplir con sus objetivos de mitigación, adaptación y gestión de daños y pérdidas (ONU Comercio y Desarrollo, 2024). Esta necesidad contrasta con el compromiso de los países desarrollados de movilizar solamente 100.000 millones de dólares anuales para la acción climática de los países en desarrollo.

Se estima que el cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) de los 33 países miembros de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) requiere entre el 3,7% y el 4,9% del producto interno bruto (PIB) regional entre 2023 y 2030. Las acciones de mitigación, especialmente para la transición energética, el transporte y la reducción de la deforestación, necesitan entre el 2,3% y el 3,1% del PIB regional anual. Por su parte, las acciones de adaptación requerirían entre el 1,4% y el 1,8% del PIB regional anual, especialmente en sistemas de alerta temprana, protección costera, servicios de agua y saneamiento, reducción de la pobreza y protección de la biodiversidad. Sin embargo, los flujos de financiamiento climático en la región son equivalentes al 0,8% del PIB regional, lo que requiere de aumentos de 8 a 10 veces de recursos para financiar las CDN (De Miguel et al., 2022).

Debido a estas altas necesidades de financiamiento y la brecha de recursos, hay un interés global creciente en los instrumentos de precio al carbono para acceder a financiamiento climático. El 83% de las CDN registradas a nivel global declara la intención de usar mecanismos del mercado internacional para reducir las emisiones de GEI (PNUD, 2022). En la subregión del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) todos los países han incluido en sus CDN la intención de usar mercados regulados o voluntarios de carbono para alcanzar sus metas.

A nivel global, los sistemas energéticos son la principal fuente de emisiones de GEI (34%), seguidos de la industria (24%) y la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT) (22%). Sin embargo, dada la matriz productiva de América Latina y el Caribe, el 58% de sus emisiones de GEI están

¹ El financiamiento climático se refiere al financiamiento cuyo efecto esperado es reducir las emisiones netas de GEI o mejorar la resiliencia a los impactos de la variabilidad climática y el cambio climático proyectado (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC], 2018).

relacionadas con el sector ASOUT: cambios de uso de la tierra (38%) y agricultura (20%), seguido de la industria (16%) y los sistemas energéticos (13%) (CEPAL, 2024a).

A pesar de la importancia del sector ASOUT en la emisión de GEI, la capacidad de la actividad agropecuaria de reducir, evitar y secuestrar emisiones de GEI ha sido poco explorada y aprovechada como mecanismo de acceso a financiamiento climático, sobre todo en países donde la mayoría de las unidades productivas o fincas son de pequeña escala. Un ejemplo son los sistemas alimentarios que solo recibieron el 7,2% del financiamiento climático global entre 2021 y 2022. Específicamente, para la mitigación de emisiones de GEI se destinó únicamente el 3,8% del total de financiamiento para mitigación (Vishnumolakala et al., 2025).

La transición de la subregión del SICA a sistemas agroforestales y silvopastoriles muestra el potencial del sector agropecuario para transformar los sistemas alimentarios hacia sistemas más sostenibles, inclusivos e innovadores que promuevan el desarrollo rural. El objetivo de este estudio es explorar la pertinencia y la utilidad de los instrumentos de precios al carbono como mecanismos de acceso a financiamiento climático para el sector agropecuario de la subregión del SICA.

Aunque los instrumentos de precios al carbono tienen los objetivos principales de reducir emisiones y generar ingresos para la acción climática, un resultado relevante del proceso de diseño e implementación es el fortalecimiento institucional. La puesta en marcha de estos instrumentos requiere de capacidades institucionales en temas como datos, imágenes satelitales, modelaciones, aspectos jurídicos, regulatorios y otros; además, demanda un conocimiento detallado del sector. Por lo tanto, estos instrumentos se deben ver como un medio hacia la mejor gestión sectorial y un componente de una estrategia amplia de financiamiento climático, más que un fin en sí mismos. Una mejor gestión del sector, un mayor conocimiento de sus necesidades y un ambiente regulatorio habilitador podrían atraer inversión privada y promover la innovación en tecnologías bajas en carbono y otras soluciones de monitoreo, reporte y verificación a la medida del sector agropecuario centroamericano.

Este documento se dirige a personal agropecuario que no necesariamente es especialista en mercados de carbono, con la intención de resaltar el potencial de estos mercados para facilitar el acceso a financiamiento climático en el sector. La información presentada se obtuvo mediante entrevistas con especialistas latinoamericanos en mercados de carbono, revisión de planes y normativa nacional disponible en línea, bibliografía sobre los mercados de carbono en el sector agropecuario con enfoque en producción de pequeña escala y el artículo 6 del Acuerdo de París.

El análisis se enfoca en los países que componen el SICA (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana) por las similitudes de sus sistemas agropecuarios y la exposición y vulnerabilidad de la subregión al cambio climático y los desastres. Además, la subregión tiene una larga trayectoria de integración con una visión de desarrollo basada en la sostenibilidad y la resiliencia.

El estudio se estructura de la siguiente manera. En la primera sección se analizan los mercados de carbono y su relevancia para el sector agropecuario. En la segunda sección se presentan oportunidades para aprovechar los instrumentos de precio al carbono en el sector, así como necesidades de fortalecimiento de las capacidades institucionales técnicas, operativas, políticas y prospectivas. Finalmente, se concluye con algunas reflexiones para promover un uso sostenible e inclusivo de estos instrumentos y aprovechar las oportunidades de integración regional.

I. Mercados e instrumentos de precio al carbono

A. Instrumentos de precio al carbono

Los instrumentos de precio al carbono son aquellos que utilizan mecanismos de mercado para transferir el costo de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) a quienes las generan o crear incentivos que les alienten a reducir sus emisiones. Estos instrumentos se utilizan en mercados de carbono, que pueden ser regulados o de cumplimiento, o voluntarios con estándares propios o internacionales (véase el cuadro 1).

Cuadro 1
Características de los mercados de carbono regulados y voluntarios

Característica	Mercados de carbono regulados o de cumplimiento	Mercados de carbono voluntarios
Mandato	Obligatorio con objetivos de reducción de emisiones	Voluntario con objetivos y metodologías propios
Objetivo	Cumplir con metas nacionales o sectoriales de reducción de emisiones	Compensar emisiones inevitables, aumentar la ambición de reducción de emisiones, cumplir con objetivos corporativos de sostenibilidad, entre otros
Instrumentos	Comercio de emisiones Impuestos al carbono	Proyectos de generación de créditos de carbono Estrategias corporativas
Regulación	Regulado por el gobierno nacional u organismos internacionales.	Auto regulado mediante estándares o certificaciones independientes
Participantes	Grandes emisores	Empresas, individuos, comunidades, organizaciones no gubernamentales de todo tamaño
Unidad de comercio	Derecho de emisión	Crédito de carbono

Fuente: Elaboración propia.

Los mercados de carbono también se diferencian por los tipos de instrumentos que utilizan, específicamente se diferencia el momento en el que se da el comercio. Por ejemplo, los esquemas de comercio de emisiones, conocidos como *cap and trade*, emiten permisos para contaminar en el futuro con base en emisiones históricas y objetivos nacionales o sectoriales. Las transacciones en los esquemas de pago por resultados, por su parte, ocurren cuando ya se ha logrado y verificado la reducción de las emisiones. El propósito de los mercados de carbono es aumentar la ambición climática de los países al facilitar distintos mecanismos de reducción de emisiones y facilitar la reducción de emisiones en los países o sectores donde sea más costo efectivo.

Entre los principales tipos de instrumentos de precio al carbono se encuentran los impuestos al carbono, los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión y los créditos de carbono (véase el cuadro 2). Generalmente, los instrumentos de precio al carbono tienden a ser de cumplimiento obligatorio, y los principales son los impuestos al carbono y el comercio de emisiones. Sin embargo, el uso de mecanismos de créditos ha ido creciendo por su potencial para complementar los esfuerzos nacionales y promover la cooperación.

Cuadro 2
Características generales de los instrumentos de precio al carbono

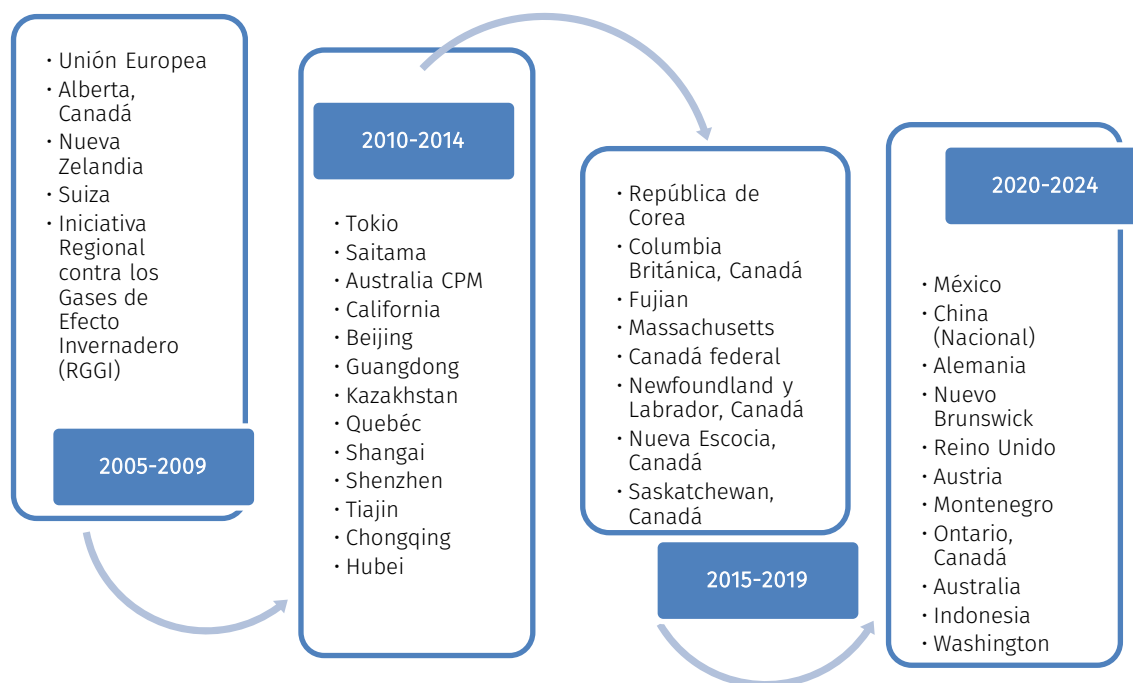
Esquema	¿Qué es?	¿Cómo funciona?
Comercio de derechos de emisión	Establece un tope (<i>cap</i>) de emisiones de GEI que se permiten en un período determinado en uno o varios sectores de la economía.	Las empresas reguladas obtienen una cantidad de permisos de emisión que pueden asignarse, adquirirse en subastas o comprarse en mercados secundarios autorizados. Al final del período deben entregar un permiso por cada unidad emitida. Si se exceden pueden enfrentar multas, sanciones o tarifas.
Impuestos al carbono	Establece un precio a las emisiones de GEI y se vincula directamente a un producto o proceso. Generalmente el precio se fija por tonelada métrica de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e).	Se establece un precio por cada tCO ₂ e, que debe pagarse al final del período o consumo. Se ha utilizado en industrias con altas emisiones o sectores vinculados con los combustibles fósiles, como la electricidad o el transporte. Generalmente, las empresas pagan el impuesto al gobierno y trasladan el costo a sus consumidores.
Créditos de carbono	Se emiten créditos transables por cada unidad verificada de emisiones de GEI reducida. Los créditos se emiten cuando la reducción ya ha sido lograda y es real. El mecanismo es voluntario y necesita de una demanda para dar valor a los créditos.	Se implementan proyectos por resultados (energía renovable, reforestación, gestión de residuos, otros). Una vez que se verifica la reducción de las emisiones, se emiten créditos que pueden transarse en los mercados de carbono. Las empresas los pueden usar para compensar sus emisiones inevitables.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial. (2021). *Carbon pricing assessment and decision-making: a guide to adopting a carbon price*.

En los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión (*cap and trade system*), el ente regulador define el límite superior o tope de las emisiones de GEI para un sector y asigna permisos de emisión a las entidades incluidas en el sistema. Al final de un período de tiempo definido, cada entidad cubierta debe entregar un número de permisos de emisión igual a sus emisiones durante ese período o enfrentar multas. Las instalaciones que hayan emitido menos que el número de derechos y que sean autorizadas pueden vender el exceso a otros participantes del sistema. Actualmente existen 38 sistemas de comercio mundial de emisiones bajo el estatus de implementado, es decir, que se encuentran en la

fase de funcionamiento pleno (Banco Mundial, 2024) (véase el diagrama 1). El primero en constituirse fue el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (RCDE), que entró en vigor en 2005.

Diagrama 1
Cronología de implementación de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión considerados



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial. (2024). *State and trends of carbon pricing dashboard*. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

Los créditos de carbono se caracterizan por generar un incentivo económico por tonelada de CO₂ equivalente reducida o removida de la atmósfera, pagadero contra la verificación del resultado, generalmente bajo estándares internacionales de monitoreo, reporte y verificación (MRV). La robustez de los créditos generados por estas reducciones dependerá de que sean:

- Reales: deben existir de manera tangible.
- Adicionales: ir más allá de lo que se lograría sin el proyecto.
- Permanentes: su impacto debe mantenerse en el largo plazo.
- Verificables: ser auditadas por terceros independientes.
- Cuantificables: medibles en términos de reducción de emisiones.
- Obligatorias: cumplir con regulaciones específicas.

En los impuestos al carbono, el ente regulador establece una tasa impositiva por tonelada de CO₂ equivalente emitida a la atmósfera y funciona como incentivo para que las organizaciones busquen reducir sus emisiones. Al final de un período definido, cada entidad cubierta debe pagar una suma monetaria equivalente a sus emisiones de GEI, expresada en toneladas de CO₂ equivalente multiplicadas por la tasa impositiva por tonelada establecida. Si bien los impuestos al carbono son instrumentos de precio al carbono, generalmente no entran a los mercados de carbono, ya que no están diseñados para ser transados. Por lo tanto, las siguientes secciones no abordan este tipo de instrumento y se enfocan en los esquemas de comercio de emisiones y en los mecanismos de créditos de carbono.

Finalmente, se han hecho esfuerzos por determinar el precio social del carbono, lo que puede funcionar como una métrica para implementar los instrumentos de precio al carbono. El costo social del carbono se refiere al costo económico que las emisiones de GEI causan en las sociedades, normalmente en un horizonte de largo plazo, por ejemplo, 100 años. Se busca identificar los costos monetarios presentes y futuros que ocasiona una tonelada adicional de carbono emitida a la atmósfera. La CEPAL ha desarrollado una amplia experiencia en la identificación de buenas prácticas y la generación de metodologías para estimar el precio social del carbono, sobre todo lo vinculado con la evaluación de políticas públicas y su incorporación en proyectos de inversión pública.

B. Mercados internacionales y mecanismos de cooperación

Los créditos de carbono pueden transarse en mercados obligatorios, como los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión —en ese caso referidos como permisos de emisión— y en mercados voluntarios. Los principales estándares por volumen de tCO₂e transadas son el Estándar Verificado de Carbono (VCS), Climate Action Reserve y Gold Standard (Ecosystem Marketplace, 2025). En 2024, durante la Conferencia de las Partes 29 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se establecieron las normas para la operacionalización del artículo 6 del Acuerdo de París. Este artículo establece un marco para promover la cooperación entre los países para alcanzar sus objetivos climáticos y contribuir a la reducción global de emisiones, tanto mediante mecanismos de mercado (artículos 6.2 y 6.4) como de no mercado (artículo 6.8). En el cuadro 3 se describen las principales características de cada componente.

Artículo 6.1: “Las Partes reconocen que algunas Partes podrán optar por cooperar voluntariamente en la aplicación de sus contribuciones determinadas a nivel nacional para lograr una mayor ambición en sus medidas de mitigación y adaptación y promover el desarrollo sostenible y la integridad ambiental.”

Cuadro 3
Componentes del artículo 6 del Acuerdo de París

Mercados de carbono		No mercado
Artículo 6.2 Enfoque cooperativo	Artículo 6.4 Mecanismo de acreditación del Acuerdo de París	Artículo 6.8 Cooperación no vinculada con el mercado
Comercio bilateral o multilateral de reducciones de emisiones entre países mediante resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMO). Mecanismos de contabilidad para evitar el doble cómputo. Puede ser en forma de inversión financiera, tecnología o formación de capacidades. La reducción cuenta hacia la CDN del país que compró el ITMO.	Mecanismo centralizado de comercio de créditos de carbono de alta calidad regido por la CMNUCC. Supervisado por un órgano designado por la Conferencia de las Partes. Cada proyecto es autorizado, permite mayor flexibilidad en los criterios. La reducción cuenta para la CDN del país que financió el proyecto.	No hay comercialización de reducciones de emisiones. Enfoque en desarrollo sostenible y erradicación de la pobreza. Puede ser en forma de inversión financiera, tecnología o formación de capacidades. Banco de proyectos.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.). *Article 6 of the Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article6>

Además de la operacionalización del artículo 6, recientemente ha habido diversas iniciativas globales e industriales para mejorar la transparencia y la credibilidad de los mercados de créditos de carbono, tales como el Consejo de Integridad para el Mercado Voluntario de Carbono (ICVCM), la Iniciativa de Integridad de los Mercados Voluntarios de Carbono (VCMI) y el Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA), establecido en el marco de la Organización de Aviación

Civil Internacional (OACI) de las Naciones Unidas. Se espera que estos avances contribuyan a un mayor dinamismo y legitimidad de los mercados de créditos de carbono.

Hasta octubre de 2025 se han registrado 102 acuerdos bilaterales y 162 proyectos bajo el artículo 6.2. El 33% de los proyectos son en energía solar y el 30% en eficiencia energética industrial, mientras que el sector agrícola representa el 2% de los proyectos. El 75% de los proyectos se ubica en Asia, el 14% en África, seguido de América con el 7%. En cuanto a los acuerdos bilaterales, los principales países compradores, por número de acuerdos, son el Japón (30,4%), Singapur (24,5%), Suiza (16,7%), la República de Corea (10,8%), Suecia (5,9%) y Noruega (5,9%). Las principales regiones de acogida de los proyectos son Asia, con el 42,2% de los acuerdos, seguida de África (29,4%) y América (15,7%) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2025).

C. Relevancia de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión y los créditos de carbono para el sector agropecuario

De acuerdo con datos del Banco Mundial y la Asociación Internacional para la Acción contra el Carbono (ICAP), en abril de 2024 se tenían registrados 38 sistemas de tope y comercio de derechos de emisión en el mundo bajo el estatus de implementado, es decir, que se encuentran en la fase de funcionamiento pleno. Al analizar estos sistemas se encontró que los sectores más frecuentemente incluidos son electricidad, industria y minería. Los sectores que se incluyen con menor frecuencia son los residuos, el cambio de uso de suelo y las emisiones producidas en la agricultura (véase el cuadro 4).

Cuadro 4
Frecuencia de sectores considerados en los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión del estudio
(En porcentajes)

Sectores	Porcentaje de sistemas de tope y comercio de derechos de emisión analizados que incluyen al sector
Electricidad	96,87
Industria	87,50
Minería y extracción	75,00
Transporte	28,12
Aviación	40,62
Construcciones	28,12
Agricultura, silvicultura y combustible para botes de pesca	15,62
Emisiones de agricultura	0,00
Residuos	12,50
Cambio de uso de suelo	3,12

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial. (2024). *State and trends of carbon pricing dashboard*. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

Un elemento inicial de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión es identificar el tope u objetivo de reducción, por lo que se requiere de un registro de emisiones de las empresas que participarán en el mercado, y así se puede cuantificar el tope y las subsecuentes reducciones. En el sector agropecuario, las emisiones provienen de diversas fuentes y su registro es más complejo. Los productores agropecuarios emiten y capturan emisiones en diferentes formas, por lo que la contabilización de las emisiones resulta más compleja, por ejemplo (Bognar et al., 2023):

- Ganadería: la cuantificación de las emisiones de metano en el sector ganadero generalmente se estima a partir del número de cabezas de ganado, información que puede obtenerse de los censos agropecuarios. Sin embargo, este cálculo solo proporciona una aproximación de las emisiones de GEI generadas, ya que la cantidad de emisiones de metano varía en función

de factores como el tipo de alimentación, la eficiencia digestiva de los animales y el manejo de las excretas. Por esta razón, se debe realizar una cuantificación de las emisiones en cada unidad productiva para obtener datos más precisos y tener en cuenta las prácticas de manejo específicas que influyen en los niveles de emisión.

- **Fertilizantes:** las emisiones de óxido nitroso resultantes del uso de fertilizantes suelen estimarse a partir de la cantidad de fertilizantes vendidos. No obstante, esta metodología no refleja ciertos factores clave que pueden aumentar o reducir las emisiones en la práctica. Aspectos como el uso de cultivos fijadores de nitrógeno, como las leguminosas, el empleo de cultivos intermedios, la utilización de digestores anaeróbicos y técnicas de aplicación de fertilizantes que maximizan la absorción de nitrógeno y reducen la escorrentía, son fundamentales para comprender mejor el impacto real de los fertilizantes sobre las emisiones de óxido nitroso. Incorporar estos factores en la cuantificación permitiría generar estimaciones más ajustadas a las condiciones reales de los campos agrícolas.
- **Cultivo de arroz:** reduce emisiones de metano a través de procesos anaeróbicos que ocurren en los campos inundados. Además, este tipo de cultivo también genera óxido nitroso derivado de la fertilización del suelo. Las estimaciones de metano se realizan aplicando factores de emisión específicos al número de hectáreas bajo distintos regímenes de cultivo, ya que diferentes prácticas de manejo pueden influir en la cantidad de metano producido. Por ejemplo, sistemas combinados, como la siembra en seco o la siembra directa, pueden reducir las emisiones de metano hasta en un 90% en comparación con los métodos tradicionales de inundación continua.

Dadas las características inherentes del sector agropecuario, es decir, productores atomizados y la dificultad para medir y verificar la reducción de emisiones, se encuentran escasas experiencias y evidencias de incorporar al sector agropecuario en los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión implementados (véase el recuadro 1).

Recuadro 1

Estudio de caso: la fijación de precios a las emisiones agrícolas en la Unión Europea

En 2023, la Comisión Europea encargó un estudio sobre cómo aplicar el principio de “quien contamina paga” a las emisiones agrícolas de GEI. Este principio establece que, quienes generan contaminación deben asumir los costos de prevenirla, controlarla o remediarla, en lugar de trasladarlos a la sociedad. Aplicado a la agricultura, significa que los agricultores, procesadores o proveedores de insumos cuyas actividades generan emisiones deberían ser financieramente responsables de sus impactos climáticos.

La agricultura constituye una fuente significativa de emisiones en la Unión Europea, representando aproximadamente el 13,2% del total de la UE-27 en 2021 (sin incluir el uso de energía en la producción agrícola). Las principales fuentes son el metano proveniente de la digestión del ganado y del estiércol, así como el óxido nitroso derivado del uso de fertilizantes y de la gestión de suelos. Según las proyecciones, con las políticas actuales las reducciones serían modestas —en torno al 5% para 2030 con respecto a los niveles de 2005—, mientras que las absorciones netas de carbono del uso de la tierra y los bosques se encuentran en declive. Esta trayectoria pone en riesgo los objetivos vinculantes del Pacto Verde Europeo, que exige reducir las emisiones al menos un 55% para 2030 y alcanzar la neutralidad climática en 2050. Por tanto, la agricultura se ha convertido en un ámbito crítico de la política climática europea.

En el estudio se reconoce que introducir un precio al carbono en la agricultura enfrenta grandes retos políticos y técnicos. El sector es altamente heterogéneo, con más de 9 millones de unidades productivas agrícolas de muy distinto tamaño, tipo de producción y capacidad económica. Muchas son pequeñas explotaciones familiares con márgenes de ganancia reducidos y escasa capacidad para absorber costos regulatorios adicionales. La imposición directa de un precio al carbono podría poner en riesgo su viabilidad económica y contradecir el principio de transición justa. También surgieron preocupaciones sobre competitividad; si solo Europa aplica precios a las emisiones agrícolas, la producción podría desplazarse a países sin medidas equivalentes, generando fuga de carbono y debilitando la competitividad de las exportaciones. A nivel interno, diversos actores alertaron de efectos distributivos, señalando que el traslado de costos a lo largo de la cadena alimentaria podría derivar en aumentos de precios al consumidor, con impactos desproporcionados en hogares de bajos ingresos. Desde el punto de vista administrativo, el desafío radica en supervisar y verificar emisiones en millones de explotaciones con prácticas muy diversas y disponibilidad desigual de datos.

Pese a estas dificultades, se evaluaron distintas opciones de diseño para un sistema de comercio de derechos de emisiones agrícolas, organizadas según el punto de obligación dentro de la cadena agroalimentaria:

- Sistema de comercio de derechos de emisión integral en la explotación (todos los GEI): impondría obligaciones directas a las explotaciones agrícolas por todas sus emisiones y posibles absorciones, incluyendo suelos y bosques. Es el modelo más exhaustivo y con mayor señal de incentivo, pero con elevados costos administrativos y fuerte resistencia política.
- Sistema de comercio de derechos de emisión ganadero en la explotación: se centraría únicamente en emisiones de metano y estiércol del ganado, principal fuente del sector. Aunque reduce la complejidad, sigue imponiendo cargas directas a explotaciones que a menudo carecen de recursos para adaptarse.
- Sistema de comercio de derechos de emisión de turberas en la explotación: aplicaría a explotaciones en suelos de turba drenados, altamente emisores por hectárea. Sería ambientalmente muy eficaz, pero cubriría solo una fracción del total del sector y podría ser políticamente sensible en algunos Estados miembros.
- Sistema de comercio de derechos de emisión de aguas arriba (*upstream*): trasladaría la obligación a fabricantes e importadores de fertilizantes y, eventualmente, de piensos. Al regular a un número reducido de actores, simplifica la administración, aunque el incentivo llega a los agricultores de manera indirecta a través de precios más altos de insumos.
- Sistema de comercio de derechos de emisión de aguas abajo (*downstream*): impondría la obligación a procesadores de carne y lácteos, que transmitirían las señales de precio a productores y consumidores. Es más fácil de administrar al involucrar a menos actores y se vincula mejor con la demanda, recibiendo mayor aceptación de partes interesadas. Sin embargo, los incentivos para cambios a nivel de finca son menos directos que en los modelos en la propia explotación.

En todos los diseños, la medición, notificación y verificación se identificó como un pilar esencial. En el estudio se propuso un enfoque dual: un método por defecto basado en factores de emisión estandarizados y datos centralizados —como registros de ganado o ventas de fertilizantes— para asegurar cobertura amplia a bajo costo, y un método certificado, mediante el cual las explotaciones podrían optar voluntariamente por mediciones específicas y verificación independiente, permitiendo reconocer prácticas de mitigación más allá de lo captado por los factores estándar. Además, las explotaciones no obligadas podrían generar créditos certificados por reducciones o absorciones que los sujetos obligados podrían adquirir, ampliando la flexibilidad e incentivando una participación más amplia.

El estudio concluyó que, aunque los modelos de sistema de comercio de derechos de emisión directo en la explotación ofrecen la señal de precio más sólida y ambientalmente eficaz, no son viables en el corto plazo por su complejidad y sensibilidad política. Los modelos aguas arriba y aguas abajo resultan más factibles y aceptables, aunque transmiten señales más débiles a los agricultores. En consecuencia, se identificó un enfoque híbrido (que combine obligaciones aguas arriba y aguas abajo con coberturas selectivas en explotaciones de gran impacto, como las ganaderas intensivas o las que trabajan en suelos de turba) como la vía más prometedora.

Una aportación clave del estudio es que la fijación de precios a las emisiones agrícolas no debe entenderse como una intervención limitada al nivel de la explotación, sino como una transformación de la cadena de valor agroalimentaria. La producción agrícola en Europa está profundamente integrada con el procesamiento, la logística y la distribución minorista, donde se genera gran parte del valor. Al situar las obligaciones aguas arriba o aguas abajo, el diseño de la política refleja esta realidad, dirige la responsabilidad hacia actores con mayor poder de mercado y capacidad de cumplimiento y distribuye las cargas de forma más equitativa.

Desde una perspectiva de creación de valor, los mecanismos de precios aguas abajo podrían incentivar a procesadores y minoristas a diferenciar productos con menor intensidad de carbono, estimulando innovaciones en producción sostenible y ofreciendo primas de mercado a los agricultores que adopten prácticas climáticamente responsables. Así, la fijación de precios podría percibirse no solo como una carga regulatoria, sino también como un motor de competitividad en una economía alimentaria baja en carbono.

No obstante, el riesgo para la competitividad comercial es real. El aumento de los costos de producción podría debilitar a los productores de la UE frente a importaciones procedentes de regiones sin medidas equivalentes. El estudio señaló un posible papel para un Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono particular aplicado a determinados productos agrícolas, a fin de reducir fugas y proteger la competitividad, aunque advirtió que este tipo de instrumentos son políticamente controvertidos y jurídicamente complejos en el marco de la Organización Mundial del Comercio.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Trinomics. (2022). *Pricing agricultural emissions and rewarding climate action in the agri-food value chain*. European Commission. <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2023/50109-Pricing-agricultural-emissions-and-rewarding-climate-action-in-the-agri-food-value-chain.pdf>

Hasta 2024, Nueva Zelanda había intentado incluir al sector agropecuario en su sistema de comercio de emisiones. La propuesta fue conocida como “He Waka Eke Noa” (Todos estamos juntos en esto) y consistía en una colaboración entre el Gobierno de Nueva Zelanda, agentes del sector primario y agronegocios maorí para promover la reducción de GEI provenientes del sector agropecuario (Bognar et al., 2023). Los GEI incluidos en el diseño de la propuesta eran metano, óxido nitroso y dióxido de carbono y se pretendía abarcar 23.000 granjas, equivalentes al 96% de las emisiones totales del sector. En términos de producción pecuaria, se incluían granjas con determinados niveles promedio de cabezas de ganado vacuno, ovino, caprino, porcino, producción de venado y aves de corral, así como por aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Sin embargo, como parte de un conjunto de propuestas de gobierno y promesas de campaña encaminadas a modificar la ley Climate Change Response Act, se buscó que el sector agropecuario (agricultura, ganadería y fertilizantes) no fuera incluido en el sistema de comercio de emisiones a partir de 2025, aduciendo a que no hay necesidad de que los pequeños agricultores estén dentro del esquema, ya que son de los más eficientes en términos de emisión de carbono por unidad de producción. Además, había temor de desplazamiento del empleo a países del extranjero donde no se asumieran los costos de cumplimiento de un esquema de comercio y de reducciones de exportaciones agrícolas por aumento de precios (McClay et al. 2024). Los principales retos que enfrentó la propuesta He Waka Eke Noa estuvieron vinculados con la oposición de la mayoría de los agricultores, quienes buscaban mayor reconocimiento de la reducción de emisiones a nivel de granja y separarse de los promedios de información utilizados en el sistema de comercio de emisiones (He Waka Eke Noa, 2022). Asimismo, se había identificado que el costo de implementación haría que la integración del sector no fuera siempre costo-efectiva (OCDE, 2022).

En cuanto a los mercados de créditos de carbono, en los mercados voluntarios se espera que la oferta de créditos provenientes de proyectos con actividades basadas en la naturaleza aumente a medida que los créditos de proyectos de energía alternativa disminuyan (Banco Mundial, 2023). De acuerdo con Ecosystem Marketplace (2025), a pesar de que las transacciones del sector agrícola representaron solo el 4,6% del total mundial en 2023, crecieron por cuatro años consecutivos desde 2019. Durante 2023, el 42% de los créditos agrícolas se comercializaron en Asia y 38% en América Latina y el Caribe. En 2024, el 38% de las transacciones fue en Asia y 21% en África. En 2024 se redujo la cantidad de proyectos de energía renovable y silvicultura y uso del suelo, y la mayoría de las transacciones de créditos a nivel mundial se concentraron en tecnologías en hogares o comunidades y energía renovable. Los créditos en silvicultura y uso del suelo tienen el precio más elevado, con 9,27 dólares por crédito, mientras que los de menor valor son los de energía renovable y eficiencia energética. En el sector agropecuario se observa un precio que se puede considerar promedio de 7,66 dólares por crédito (véase el cuadro 5). Entre 2023 y 2024 se redujeron los precios de los créditos de todos los sectores, excepto agricultura que creció un 18%.

Cuadro 5
Volumen, valor y precio de los créditos de carbono comercializados en 2024 por sector

Sector	Volumen (MtCO _{2e})	Valor (En millones de dólares)	Precio (En dólares)
Silvicultura y uso del suelo	37,0	342,5	9,27
Energía renovable	22,3	59,5	2,67
Procesos químicos, fabricación industrial	5,7	20,8	3,66
Tecnologías en hogares, comunidades	5,1	37,4	7,30
Eficiencia energética, cambio de combustible	0,6	1,9	3,05
Agricultura	0,6	4,7	7,66
Eliminación de residuos	4,8	32,0	6,72
Transporte	0,2	0,6	3,24

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Ecosystem Marketplace. (2025). *State of the voluntary carbon market 2025: meeting the moment renewing trust in carbon finance*. Forest Trends Association. <https://3298623.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/3298623/SOVCM%202025/Ecosystem%20Marketplace%20State%20of%20the%20Voluntary%20Carbon%20Market%202025.pdf>

Con base en la revisión de literatura y entrevistas a actores clave se identificó que implementar un sistema de comercio de emisiones para el sector agropecuario en la región SICA se considera poco viable en la actualidad, debido a las características determinantes del sector, especialmente una producción altamente fragmentada, con bajo nivel de tecnificación y una limitada disponibilidad de información sobre las emisiones a nivel de unidad productiva o finca. Además, hay preocupaciones políticas sobre los posibles efectos de un sistema de comercio de emisiones en la seguridad alimentaria de la subregión y el sector se percibe como un emisor relativamente bajo de GEI, lo que hace que los costos de implementar un sistema tan regulado resulten elevados y poco justificados.

En su lugar, se propone aprovechar el potencial de reducción de emisiones en proyectos específicos vinculados con cultivos estratégicos como el café y el arroz y la producción ganadera. Sin embargo, como se presenta en la siguiente sección, el nivel de preparación de los países de la subregión para aprovechar los esquemas de créditos de carbono internacionales es incipiente, sobre todo en su vinculación con el sector agropecuario. Además, dado que los mercados voluntarios representan una pequeña parte de los mercados de carbono y que la subregión se encuentra en un estado incipiente, la existencia o la búsqueda de compradores para estos créditos podría ser un reto (véase el cuadro 6).

Cuadro 6
Potenciales beneficios y riesgos de los sistemas de tope y comercio de derechos de emisión y de los créditos de carbono

Esquema	Posibles beneficios	Riesgo y complejidad
Comercio de derechos de emisión	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor certidumbre sobre la cantidad de emisiones reducidas. - Según el diseño, puede interactuar con otros esquemas. - Incentiva la innovación y promueve la eficiencia económica. - Fortalecimiento institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor certidumbre sobre los precios del carbono. - Complejo proceso de creación y regulación. - Requiere de un mercado secundario. - Importancia del diseño para gestionar los permisos y los precios. - Puede causar fugas de emisiones y pérdida de competitividad.
Créditos de carbono	<ul style="list-style-type: none"> - Facilita el acceso a financiamiento climático, especialmente para empresas, cooperativas y otros tipos de organizaciones. - Genera cobeneficios socioambientales que permanecen en el país que redujo las emisiones. - Puede atraer a sectores no cubiertos por esquemas obligatorios. - Fortalecimiento institucional. - Incentiva la innovación y el uso de soluciones basadas en la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultad de verificar que las emisiones fueron reales, adicionales y permanentes. - La reputación del certificador impacta el atractivo y el precio del crédito. - <i>Greenwashing</i> y transparencia. - Conflictos socioambientales y abuso de derechos humanos. - Adopción de metas de reducción de emisiones menos ambiciosas.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial. (2021). *Carbon pricing assessment and decision-making: a guide to adopting a carbon price*.

Para mejorar su preparación, un primer paso consiste en realizar un análisis detallado del sector agropecuario en cada país de la subregión. Este análisis debería incluir la identificación de las principales fuentes de emisiones de GEI y los productos agrícolas y ganaderos más relevantes para tener una visión clara de los tipos de proyectos que serían viables para reducir emisiones y de la oferta potencial de compensaciones de carbono en cada contexto nacional. Asimismo, deben evaluarse las capacidades institucionales para gestionar los mecanismos de créditos de carbono e implementar los proyectos.

Implementar mecanismos de créditos de carbono tiene el potencial de reducir emisiones y generar ingresos para los países. Sin embargo, no son un fin en sí mismo y su diseño y operación pueden tener un impacto positivo mayor al mejorar las capacidades institucionales y la gestión del sector agropecuario. Esto se debe a que los instrumentos de precio al carbono requieren de alto conocimiento técnico del sector, capacidad para implementar metodologías de monitoreo, elaboración de cálculos de emisiones y conocimiento más focalizado de los productos agropecuarios y las zonas de producción, lo que puede conducir a una mejor gestión basada en evidencia con enfoque territorial.

II. Aprovechamiento de los créditos de carbono en el sector agropecuario de la subregión del SICA

Dados los esfuerzos de la subregión en la reducción de las emisiones y la promoción de prácticas agropecuarias sostenibles, en este capítulo se analiza el potencial de los créditos de carbono como mecanismo de financiamiento para la acción climática. En la primera sección se presenta un breve perfil agropecuario de los países de la subregión, para luego presentar un análisis preliminar del nivel de preparación de los países de la subregión para usar los créditos de carbono en el sector agropecuario y algunas áreas estratégicas para la reducción de emisiones.

A. Perfil del sector agropecuario de la subregión del SICA

La contribución del sector agropecuario al PIB varía entre el 2% y el 15% en los países de la subregión (véase el cuadro 7). A pesar de que la contribución del sector al PIB se ha reducido en todos los países, el valor agregado y la formación bruta de capital fijo del sector agropecuario, pesquero y silvícola han aumentado en todos los países de la subregión. También hay diferencias en la contribución al empleo. Guatemala (27,1%), Nicaragua (27,7%) y Honduras (24,2%) tienen la mayor ocupación en agricultura en la subregión. La ocupación en agricultura es del 16,7% en Belice, del 15,2% en Panamá, del 14,9% en El Salvador, del 13,4% en Costa Rica y del 7,7% en la República Dominicana.

Cuadro 7
Países del SICA: algunas características del sector agropecuario

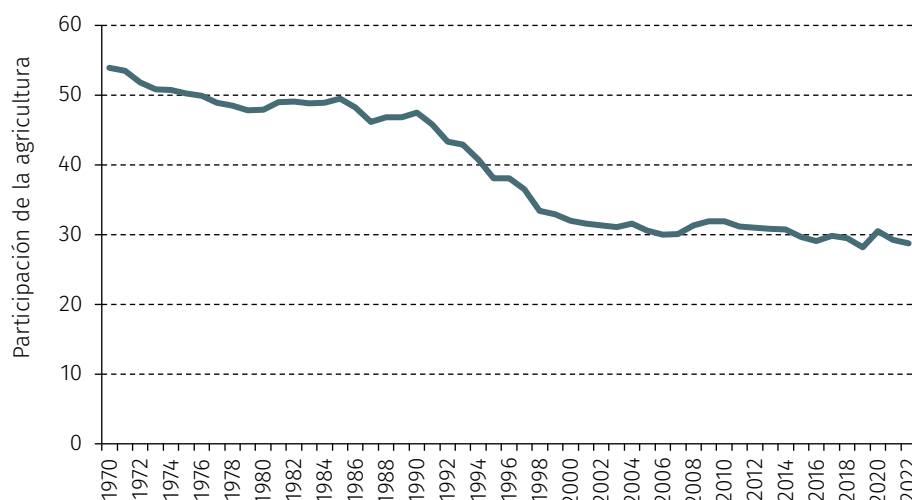
		Principales productos de exportación (valor)	Principales cultivos según la superficie cosechada
Belice	Aporte al PIB 11,3%	Azúcar Bananos Melazas	Caña de azúcar Maíz Soya
	Suelos uso agrícola 182.000 ha	Pienso, harina, gluten	Sorgo Naranja

		Principales productos de exportación (valor)	Principales cultivos según la superficie cosechada
Costa Rica	Aporte al PIB 4,1%	Azúcar Bebidas Café verde	Maíz Café Frijol
	Suelos uso agrícola 1.769.353 ha	Preparados consumo humano	Caña de azúcar Sorgo
El Salvador	Aporte al PIB 4,6%	Bananos Piña Preparados consumo humano	Café Palma aceitera Caña de azúcar
	Suelos uso agrícola 1.195.700 ha	Café verde	Otras frutas Bananos
Guatemala	Aporte al PIB 9,2%	Bananos Café verde Palma aceitera	Maíz Café Caña de azúcar
	Suelos uso agrícola 4.612.000 ha	Azúcar refinada Nuez moscada	Palma aceitera Frijol
Honduras	Aporte al PIB 10,8%	Café verde Palma aceitera Bananos	Maíz Café Palma aceitera
	Suelos uso agrícola 3.576.000 ha	Melón	Frijol Caña de azúcar
Nicaragua	Aporte al PIB 16,9%	Carne ganado vacuno Café verde Cigarros, puros	Maíz Frijol Café
	Suelos uso agrícola 5.091.000 ha	Frijol	Arroz Caña de azúcar
Panamá	Aporte al PIB 2,7%	Bananos Palma aceitera Café descafeinado o tostado	Arroz Maíz Naranja
	Suelos uso agrícola 2.181.316 ha		Café Palma aceitera
República Dominicana	Aporte al PIB 5,4%	Cigarros, puros Cacao Bananos	Arroz Cacao Caña de azúcar
	Suelos uso agrícola 5.091.000 ha	Tabaco sin elaborar	Coco con cáscara Plátanos (verde)

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). FAOSTAT, Exportaciones [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL>; área cosechada <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>, y estimación del valor agregado <https://www.fao.org/faostat/es/#data/MK>

Las emisiones provenientes de la agricultura con respecto al total de emisiones han tendido a decrecer en los países de la subregión del SICA, pasando de niveles del 53,91% a inicios de la década de 1970 hasta llegar a un valor del 28,73% en 2022, después de haber alcanzado un mínimo del 28,17% en 2019. En el gráfico 1 se puede apreciar que la reducción fue menos pronunciada a partir de 2003, y que el porcentaje de emisiones del sector agrícola ha fluctuado entre el 28% y el 31%, luego de un rápido decremento durante el período de 1990 a 2002. Para todo el período el promedio de participación es del 39,38% y la tasa de variación promedio anual es de -1,20%, lo que evidencia la disminución sostenida del peso relativo de las emisiones generadas por la agricultura.

Gráfico 1
Subregión del SICA: evolución histórica de la participación de las emisiones de la agricultura, 1970-2022
(Emisiones agrícolas como porcentaje de las emisiones totales)

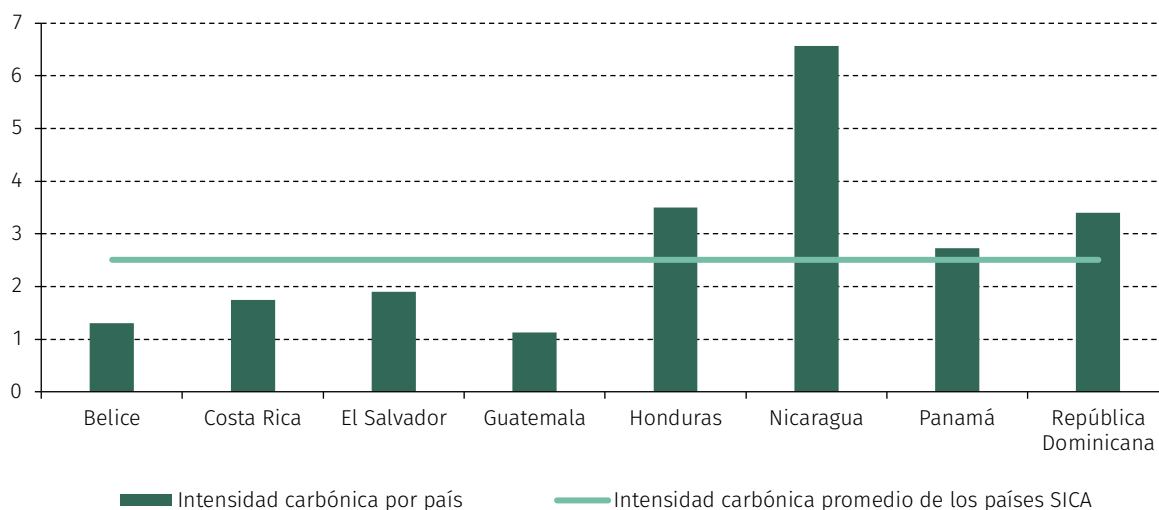


Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Banco Mundial. (2024). *State and Trends of Carbon Pricing Dashboard*. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

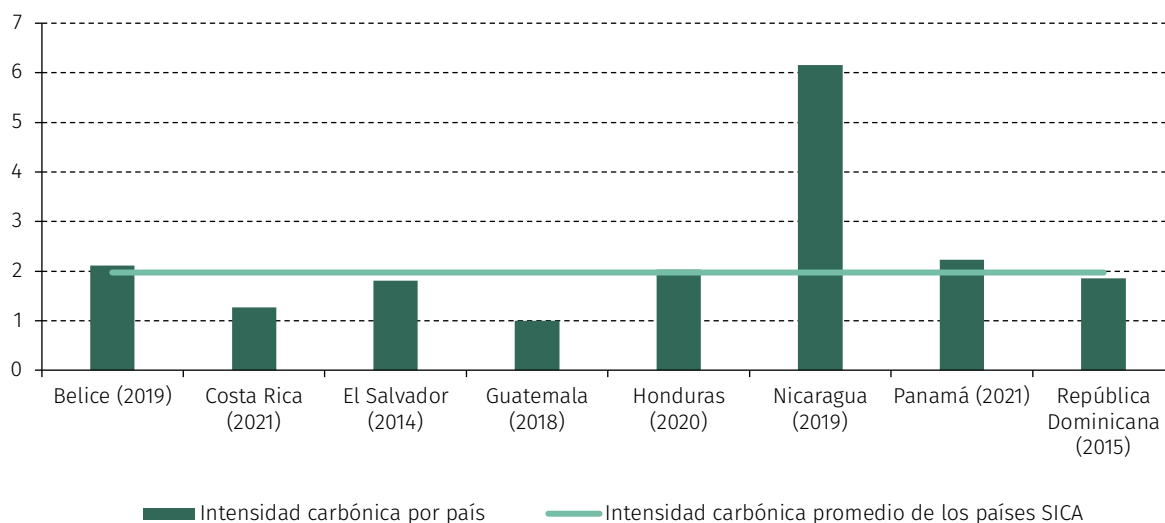
En el gráfico 2 se muestra la intensidad carbónica del sector agropecuario, es decir, emisiones agropecuarias por 1.000 dólares del PIB agropecuario. Se observa una reducción de la intensidad de las emisiones agropecuarias en toda la subregión, con excepción de Belice. El rango de la intensidad carbónica del sector agropecuario va de una tonelada de CO₂ equivalente en Guatemala a 6,16 toneladas de CO₂ equivalente en Nicaragua por cada 1.000 dólares del PIB agropecuario de cada país.

Gráfico 2
Centroamérica y República Dominicana: intensidad carbónica del sector agropecuario, 2000 y último año reportado en los inventarios nacionales de gases efecto invernadero
(En toneladas de CO₂eq por cada 1.000 dólares del PIB agropecuario)

a. Emisiones agropecuarias, año 2000/PIB agropecuario, año 2000



b. Emisiones agropecuarias del último año reportado en los inventarios/PIB agropecuario del año correspondiente



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPALSTAT, *Estadísticas e indicadores*. <https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?theme=2&lang=es>; National Climate Change Office. (2021). *Fourth national communication*. Government of Belize; Ministerio de Ambiente y Energía- Instituto Meteorológico Nacional. (2024). *Inventario nacional de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de gases de efecto invernadero: Costa Rica, 1990-2021*; Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Primer informe bienal de actualización El Salvador 2018*; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2009). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero El Salvador año 2000, Proyecto. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático*; Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala, Sistema Guatemalteco de Ciencias del Cambio Climático y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Primer informe bienal de actualización de Guatemala 2023*; Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras. (2024). *Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero 2016-2020 de Honduras*; Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. (2023). *Primer informe bienal de actualización*; Acosta, M. (2024). *Hojas de resumen de los GEI compilados de Panamá*. Ministerio de Ambiente de Panamá; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero, INGEI de la República Dominicana, año base 2010*; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2020). *Primer informe bienal de actualización de la República Dominicana ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.

Nota: El promedio de la intensidad de las emisiones por cada 1.000 dólares (línea verde claro) se calculó sumando las emisiones de los países SICA y el PIB agropecuario. El cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente se realizó con la suma del CO₂, CH₄ y N₂O, estos dos últimos multiplicados por el potencial de calentamiento global a 100 años (28 y 265 respectivamente) del quinto informe del IPCC.

En general, la subregión muestra una gran adopción de prácticas agropecuarias sostenibles, especialmente mediante sistemas agroforestales y silvopastoriles. Algunos ejemplos de estos esfuerzos han quedado plasmados en medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMA) para mitigar los impactos de cultivos importantes como el café, la caña de azúcar, el arroz y el ganado (véase el cuadro 8).

El sector agropecuario centroamericano enfrenta algunos retos compartidos, como el aumento de las emisiones de GEI vinculadas con la fermentación entérica, la gestión del estiércol, el cultivo de arroz, la quema de residuos y la expansión de la frontera agrícola. Además, algunos cultivos se producen en varios países de la subregión. Por ejemplo, en muchos países los principales cultivos por superficie cosechada son la caña de azúcar, la palma aceitera, el café, el frijol y el maíz. En cuanto a las exportaciones, el café, el banano, la palma aceitera y las frutas tropicales son importantes para varios países. Estas condiciones llaman a promover proyectos regionales o proyectos que aprovechen la experiencia de los países, como las ya existentes MMA de café o arroz.

Cuadro 8
Medidas de mitigación apropiadas para cada país

País	Preparación	Implementación	Reconocimiento
Costa Rica		Café Ganadería Arroz Musáceas	Caña de azúcar
Guatemala	Ganado bovino Bosques Silvicultura y agroforestería	Leña y combustibles alternativos	
Honduras	Estufas eficientes		
Panamá			Arroz
República Dominicana	Manglares Café Cacao	Turismo y desperdicios Eficiencia energética en el sector público Granjas de cerdos Cemento	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2025). *NAMA Registry*. <https://www4.unfccc.int/sites/publicnama/SitePages/Country.aspx>

Recuadro 2
Medidas de mitigación apropiadas para cada país

Las medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMAP) son acciones voluntarias realizadas por los países para reducir las emisiones de GEI y contribuir al desarrollo sostenible. Se alinean por sectores con las políticas nacionales, deben ser medibles y verificables y sustentadas con financiamiento, tecnología y desarrollo de capacidades. Las acciones se implementan mediante proyectos que incluyen programas institucionales, incentivos fiscales, cambios regulatorios u otras medidas encaminadas al objetivo de reducción de emisiones de GEI establecido en la MMAP.

Además de reducir sus emisiones, estas acciones pueden contribuir a mejorar la calidad y la eficiencia de la producción, aumentar la competitividad de las exportaciones y facilitar el acceso del país a mecanismos de financiamiento climático. Las MMAP pueden ser:

- Unilaterales: no requieren apoyo de terceros.
- Apoyadas: cuentan con apoyo financiero, de tecnología y de desarrollo de capacidades.
- Acreditadas: cuando las reducciones son parte del mercado de carbono por medio de su venta.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.-b). *Medidas de mitigación apropiadas para cada país*. <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions>

B. Preparación para el uso de créditos de carbono en el sector agropecuario

El sector agropecuario en la subregión está compuesto mayoritariamente por productores de pequeña escala y sus emisiones de GEI están altamente dispersas y distribuidas. Estas características, junto con el acceso limitado a capital y tecnología de las personas productoras y los retos en seguridad alimentaria de la subregión, dificultan implementar instrumentos de precio al carbono como el comercio de emisiones o los impuestos al carbono. Estos mecanismos suelen requerir una alta concentración de emisiones en pocos emisores y una capacidad institucional robusta de monitoreo, verificación y regulación, lo que no se alinea con la realidad del sector.

En este contexto, en esta sección se brinda un panorama de los requisitos y las condiciones habilitantes necesarias para tener un mayor involucramiento con el artículo 6 con miras a fomentar una mayor ambición climática mediante el acceso a los mercados de carbono. El estudio se basó en la estructura del enfoque de *Evaluación Integrada del Artículo 6* (IAA6), que analiza las condiciones sistémicas para aprovechar dicho artículo (PNUMA, 2024). Además, facilita el análisis de países con marcos normativos y de acción climática distintos. La evaluación se organiza en cuatro áreas funcionales que ofrecen un marco integral para analizar el nivel actual o potencial de involucramiento con el artículo 6: i) comunicación e involucramiento de los actores; ii) ciclo de ambición; iii) transparencia, y iv) enfoques cooperativos (véase el cuadro 9).

Cuadro 9
Áreas funcionales de la evaluación integrada del artículo 6

Comunicación e involucramientos de actores	Integración de los actores en las acciones climáticas y mecanismos de consulta, comunicación continua y rendición de cuentas.
Ciclo de ambición	Aspectos técnicos de las contribuciones determinadas a nivel nacional, las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones y los objetivos de temperatura de largo plazo del Acuerdo de París.
Transparencia	Gestión de datos, reporte y sistemas de monitoreo para cumplir con el marco de transparencia reforzada y obligaciones de reporte específicas del artículo 6.
Enfoques cooperativos	Estructuras de gobernanza para la planificación, implementación y gestión de los artículos 6.2 y 6.4 y autorización de procesos de resultados de mitigación de transferencia internacional.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Integrated assessment for article 6: the IAA6 approach. Briefing*. <https://unepccc.org/wp-content/uploads/2023/07/briefing-iaa6-approach-nov2024.pdf>

El análisis de estas categorías da un panorama general de la institucionalización y regulación de aspectos mínimos requeridos para acceder a los mercados de carbono. Ante todo, resulta relevante contar con una normativa habilitadora, establecer metas nacionales de reducción de emisiones, actualizar periódicamente los inventarios de GEI y establecer mecanismos de monitoreo, reporte y verificación acordes a las características del sector agropecuario.

En análisis del nivel de preparación se hizo con información pública y disponible en línea (véase el cuadro 10). El objetivo fue obtener un panorama general de los principales retos y las oportunidades para usar los créditos de carbono en el sector agropecuario. La aplicación de la metodología IAA6 permitiría realizar análisis con mayor profundidad y detalles específicos para cada país, según la disponibilidad de tiempo y recursos.

Cuadro 10
Principales fuentes de información

Tipo de información	Fuentes consultadas
Reportes con base en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	<ul style="list-style-type: none"> - Informes bienales de actualización - Informes bienales de transparencia - Comunicaciones nacionales - Inventarios nacionales de GEI
Instrumentos de política en el marco internacional	<ul style="list-style-type: none"> - CDN - Estrategias de desarrollo de largo plazo bajo en emisiones
Instrumentos de política en el marco nacional	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas y planes nacionales de mitigación del cambio climático - Políticas y planes nacionales para el sector agropecuario
Documentos normativos	<ul style="list-style-type: none"> - Marcos normativos de acción climática - Marcos normativos relacionados con mercados de carbono y artículo 6 - Marcos normativos de participación

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las áreas funcionales de la metodología IAA6, se elaboró una matriz de análisis con cuatro categorías y sus respectivas subcategorías (véase el cuadro 11). El avance en cada categoría se evaluó según la existencia de evidencia sobre el tema y se establecieron tres niveles:

- i) Incipiente (menos de 2 puntos) en casos en los que no se haya encontrado evidencia sobre el tema.
- ii) En camino (2 a 4 puntos) en casos donde hay algunos esfuerzos, pero no se ha formalizado o estructurado el proceso.
- iii) Avanzado (más de 4 puntos) en los casos en los que se encuentra evidencia y procesos formalizados o institucionalizados.

En el anexo de este documento se consignan los aspectos evaluados y los criterios de evaluación de cada categoría y subcategoría.

Cuadro 11
Categorías de análisis del nivel de preparación para el uso del artículo 6 del Acuerdo de París

i.	Participación: se analiza la existencia de procesos formales para realizar consultas públicas y espacios de participación en el diseño y actualización de políticas relacionados con el cambio climático, así como experiencias de ejecución de estos procesos. También se considera la existencia de procesos y experiencias con Pueblos Indígenas.
	<ul style="list-style-type: none"> • Consultas formales • Diálogo y participación
ii.	Ciclo de ambición: se analizan las CDN y la estrategia de desarrollo a largo plazo de bajas emisiones. Para cada una se analizan sus metas e indicadores, la gobernanza para la implementación, el seguimiento y la actualización, la incorporación de insumos técnicos y procesos participativos, y la integración del desarrollo sostenible y el sector agropecuario.
	<ul style="list-style-type: none"> • Metas e indicadores • Gobernanza • Análisis para informar el proceso • Integración del desarrollo sostenible • Comparabilidad • Integración del sector agropecuario
iii.	Transparencia: se analiza la gobernanza para la gestión de datos sobre cambio climático, la presentación de informes ante la CMNUCC y el uso de guías y lineamientos acordados globalmente, así como las capacidades para reportar y actualizar los inventarios nacionales de GEI.
	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de datos • Compilación y presentación de reportes • Estimación de GEI
iv.	Mercados: se analiza la existencia de estrategias para usar los mercados de carbono y su gobernanza, las capacidades para operativizar los requisitos de los mercados de carbono y experiencias previas, incluyendo incorporar al sector agropecuario.
	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia • Operativización • Experiencia previa

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los hallazgos, casi todos los países presentaron debilidades en la claridad y la rigurosidad de las metas de sus CDN, sus estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones y en el establecimiento de datos e inventarios para su seguimiento. La mejora de los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación es una condición importante para utilizar cualquier tipo de instrumento de precio al carbono. Mejores datos no solo facilitan el acceso a mercados de carbono, sino que mejoran el entendimiento de las características y necesidades del sector y promueven las políticas públicas y la toma de decisiones basada en evidencia.

En la documentación de todos los países se resalta la importancia de la participación, el diálogo y el uso de datos e información especializada en sus CDN o sus estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. Las consultas y los diálogos tienen diversos objetivos, entre ellos, mejorar la transparencia, promover el compromiso y la apropiación para la implementación, asegurar la inclusividad, integrar los conocimientos tradicionales y comunitarios en la selección de medidas de mitigación y adaptación y garantizar la alineación con objetivos nacionales de desarrollo, entre otros. Si bien la mayoría ha realizado esfuerzos evidentes en esa dirección, muy pocos tienen regulaciones o procesos que garanticen que estos elementos sean considerados en futuras actualizaciones de la CDN o la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones.

La mayoría de los países de la subregión recibieron puntuaciones altas por la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en sus CDN o estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. Aunque esto refleja una consciencia creciente en la subregión sobre el vínculo entre estas dos agendas, hay poca información detallada sobre cómo se implementa esta integración.

Entre las principales fortalezas de la subregión se encuentra la integración del desarrollo sostenible y la agricultura en las contribuciones determinadas a nivel nacional. Además, existen procesos y experiencias previas que evidencian una mejora continua, como la elaboración de inventarios nacionales de GEI y la participación en iniciativas vinculadas a los mercados de carbono.

En términos generales, se identificó que la subregión se encuentra en un estado incipiente en su nivel de preparación para poder aprovechar de manera robusta los instrumentos de precio al carbono, específicamente los esquemas de créditos de carbono internacionales. En este resultado se toman en cuenta aspectos transversales a nivel nacional para que se pueda habilitar el aprovechamiento de estos mecanismos, pero también se incorporan consideraciones específicas al sector agropecuario evaluadas dentro de cada una de las categorías de análisis. En el cuadro 12 se sintetizan los resultados de cada país. Los resultados de cada tema evaluado se codificaron con tres colores, generando así un mapa de calor para facilitar su interpretación. En términos generales, los países de la subregión se podrían clasificar en tres categorías:

- i) Países sin estrategias de largo plazo, que tienden a obtener resultados más bajos en el resto de las categorías evaluadas.
- ii) Países con estrategias de largo plazo, que tienen estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones, pero aún no han empezado a regular lo relativo a mercados.
- iii) Países que han comenzado a regular los mercados de carbono, que generalmente muestran mejores resultados en las otras categorías evaluadas.

Los niveles de avance presentados en este análisis son relativos. Incluso los países que han avanzado en algunas categorías todavía necesitan hacer esfuerzos para utilizar los mercados de carbono como herramienta efectiva de descarbonización y financiamiento en el sector agropecuario.

La reciente finalización de las reglas del artículo 6 del Acuerdo de París, junto con el creciente interés en los mercados voluntarios de carbono, añade un sentido de urgencia al trabajo de preparación de los países y sectores. El desarrollo de capacidades técnicas y regulatorias no solo facilita el reporte de compromisos climáticos, sino que podría promover un mayor uso de instrumentos de financiamiento climático para invertir en la mejora del sector agropecuario y el bienestar de las personas dedicadas a la agricultura y la ganadería. El desarrollo de mecanismos de monitoreo, reporte y verificación también puede promover la creación de empresas de tecnología y servicios de alto valor agregado para el sector agropecuario.

Cuadro 12
Resumen de los resultados del nivel de preparación para usar los créditos de carbono en el sector agropecuario

Categoría	Tema	Belice	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	República Dominicana	Promedio
Participación	Consultas formales	0,0	3,8	1,9	1,3	0,6	0,0	3,8	0,6	1,5
	Diálogo y participación	1,9	3,8	0,6	1,9	1,3	1,3	2,5	0,6	1,7
Ciclo de ambición (CDN)	Metas e indicadores	1,4	3,6	0,7	2,1	0,7	0,0	1,4	1,4	1,4
	Gobernanza	3,8	2,5	2,5	2,5	3,8	0,0	3,8	1,3	2,5
	Análisis para informar el proceso	1,7	4,2	0,8	0,8	1,7	0,8	2,5	2,5	1,9
	Integración del desarrollo sostenible	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,5	5,0	5,0	4,7
	Comparabilidad	3,8	3,8	1,3	0,0	2,5	0,0	3,8	3,8	2,4
	Integración de la agricultura	2,5	3,8	2,5	2,5	3,8	1,3	1,3	2,5	2,5
Ciclo de ambición (estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones)	Metas e indicadores	1,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,8
	Gobernanza	1,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
	Análisis para informar el proceso	1,7	3,3	0,0	1,7	0,0	0,0	2,5	0,0	1,2
	Integración del desarrollo sostenible	5,0	5,0	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0	1,9
	Integración de la agricultura	5,0	3,3	0,0	2,5	0,0	0,0	2,5	0,0	1,7
Transparencia	Gestión de datos	3,1	4,4	1,3	4,4	1,9	1,3	4,4	1,9	2,8
	Complicación y presentación de reportes	1,7	1,7	0,8	2,5	1,7	0,8	4,2	0,8	1,8
	Estimación de GEI	2,9	3,9	1,8	2,9	2,5	2,1	3,2	2,1	2,7
	Seguimiento de acciones de mitigación	1,7	2,1	0,8	3,8	1,7	1,3	2,1	1,3	1,9
	Registros para mercados de carbono	0,0	0,0	0,0	0,7	1,4	0,7	0,0	0,7	0,4
	Análisis cualitativos y cuantitativos	1,3	3,8	0,0	2,5	1,3	0,0	2,5	1,3	1,6
Mercados	Estrategia	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	Operativización	2,5	3,8	1,3	1,9	1,9	1,3	2,5	2,5	2,2
	Experiencia previa	2,0	4,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,6

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Incipiente En camino Avanzado

Si bien cada país analizado tiene sus propias fortalezas y debilidades, al considerarlos como grupo es posible identificar oportunidades de trabajo con alta sinergia, que se resumen a continuación:

- Desarrollo de estrategias para participar en esquemas de créditos de carbono, de modo que puedan adelantarse a las necesidades técnicas y regulatorias, antes de que estas se materialicen y abrumen las capacidades existentes.
- Producir datos y análisis sobre los vínculos entre el desarrollo sostenible y las distintas actividades de mitigación emisiones relevantes para la subregión.
- Fomentar el desarrollo e implementar herramientas de gestión y análisis de datos que faciliten el intercambio de información entre países y el análisis colaborativo para la toma de decisiones.
- Apoyar el desarrollo de herramientas metodológicas para facilitar la participación y el diálogo amplio, así como la cocreación de las principales políticas de cambio climático.
- Promover el modelo de ciclo de ambición, que conecta de manera iterativa las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones y las CDN, asegurando un enfoque participativo y de toma de decisiones basadas en datos para las políticas climáticas.

Los créditos de carbono no son una estrategia de financiamiento climático, sino un instrumento de esa estrategia. La estrategia de financiamiento debe vincularse con la visión de largo plazo de descarbonización del país o sector y, con base en esa visión, se determina el papel que pueden jugar los créditos de carbono y otros instrumentos. Enfocarse en los instrumentos de precio al carbono antes de determinar el camino a seguir podría causar distracciones o desviaciones de los resultados esperados.

C. Oportunidades para la reducción de emisiones según las características del sector agropecuario de la subregión del SICA

En el sector agropecuario, uno de los mecanismos más eficientes para reducir o remover emisiones es la transición a prácticas sostenibles, especialmente los sistemas agroforestales y silvopastoriles. Este tipo de esquemas mejora la gestión de los suelos y de los bosques, promueve la eficiencia en el uso de los recursos hídricos y contribuye a restaurar o mantener la biodiversidad. Los beneficios y las características de los proyectos de este tipo hacen que sean ideales para acceder a financiamiento climático mediante pago por resultados.

Los sistemas de agroforestería son un conjunto de técnicas de manejo del suelo que combinan el uso de plantas leñosas perenes, árboles, pastos, cultivos y ganado de forma que se obtiene un beneficio físico al aprovechar las interacciones económicas y ecológicas entre los componentes del sistema debido a la diversificación. Se basa en la integración, principalmente de árboles, utilizados como delimitaciones internas o externas de los terrenos de cultivo (Tefera et al., 2019).

Entre las ventajas del uso de estos sistemas se encuentran el incremento de los rendimientos de la producción agrícola, el secuestro de carbono en plantas y suelo y la reducción de la deforestación y la degradación del suelo. Por lo tanto, son una alternativa para restaurar suelo de pastura y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Tefera et al., 2019; Varah et al., 2013).

La eficiencia de secuestro está dada por la especie vegetal de árboles, ciclo de vida, localización geográfica, elementos climatológicos y el manejo general del sistema, que típicamente incluye los ciclos de pastura/fertilización y el manejo eficiente del agua, así como la densidad vegetal, es decir, el arreglo espacial de árboles en el terreno (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021). Por ello, las prácticas de agroforestería son una alternativa para mejorar el rendimiento productivo y disminuir las emisiones del sector (Van Noordwijk et al., 2021).

Los sistemas silvopastoriles combinan plantas forrajeras, arbustos y árboles para la alimentación animal y otros usos, como provisión de refugio y mejora del bienestar animal. Algunos tipos de sistemas son árboles dispersos en potreros, pasturas entre callejones de árboles y cercas vivas, entre otros. Al igual que los sistemas agroforestales, sus beneficios incluyen el uso sostenible de los suelos, el aumento

de los rendimientos y la provisión de servicios ecosistémicos (Chará et al., 2020). Las principales técnicas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13
Técnicas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles

Agrosilvicultura	El sistema básico de combinación y crecimiento simultáneo de cultivos y árboles en la misma superficie.
Delimitación forestal	Los árboles son utilizados como una delimitación entre secciones del área cultivable fungiendo como barreras naturales que proveen de madera, leña y control de erosión del suelo.
Barbechos mejorados	Consisten en plantar árboles, principalmente especies leguminosas arbóreas, para enriquecer el suelo en un período de tiempo inferior en comparación con el barbecho natural. Al dejar el barbecho sobre la tierra se permite que el suelo agotado descanse para que se pueda recuperar una parte de la fertilidad perdida a través del cultivo continuo; se basa en la aplicación limitada o nula de fertilizantes.
Cultivo bajo sombra	Los árboles se utilizan como sombra en sistemas que combinan cultivos como café o cacao, dando una mayor estabilidad térmica desde el suelo y hasta la altura del cultivo; es útil cuando el cultivo no requiere grandes cantidades de radiación solar.
Lotes arbóreos	Es una práctica basada en la rotación y la combinación de cultivos y árboles en fases interrelacionadas, que comienzan con el intercalamiento inicial, se obtiene el barbecho de árboles y posteriormente se siembra el cultivo después de la cosecha de los árboles.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>

Con base en los posibles beneficios de estos sistemas para reducir emisiones y generar cobeneficios, en esta sección se analiza su potencial en el sector agropecuario centroamericano. La selección de técnicas de reducción de emisiones en la subregión SICA se basó en las siguientes consideraciones:

- Centroamérica posee una superficie de 524.000 km² aproximadamente, de los que 181.000 km² corresponden al Corredor Seco Centroamericano, que se extiende por la costa oeste de Centroamérica recorriendo desde Chiapas, México, en una zona que abarca las partes bajas de la vertiente del Pacífico y gran parte de la región central entre 0 y 800 msnm de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y hasta el departamento de Guanacaste en Costa Rica y el arco seco ubicado en Panamá (FAO, 2018).
- La climatología de la subregión se caracteriza por un patrón bimodal de precipitación en el año, con una estación seca de cinco o seis meses y una marcada canícula durante julio y agosto en la estación lluviosa en la que puede haber riesgo de sequía (Rodríguez, 2023).
- Los granos básicos son la principal fuente calórica de los habitantes de la subregión SICA y aportan la mayor proporción de proteínas de origen vegetal. La vulnerabilidad de la producción de alimentos en la subregión se hace más fuerte debido a que la producción actual de granos básicos, sobre todo maíz y frijol, se encuentra en manos de productores de pequeña escala, que en su mayoría se sitúan en suelos altamente degradados, pobres en nutrientes y más propensos a la sequía edáfica por la poca capacidad de almacenamiento de agua, lo que redundará en una reducción de los rendimientos de los granos básicos.
- Entre los productores de pequeña escala hay un gran nivel de autoconsumo de granos básicos y subsistencia basada en los mismos, cuya gestión de la finca se basa en la mano de obra de la familia. El sistema de producción es predominante de relevo (rotación de cultivos), combinando cultivos de leguminosas como frijol, sorgo y ajonjolí en regímenes de producción de temporal determinados por el patrón de lluvia bimodal (Rodríguez, 2023). Los cultivos relevantes en términos comerciales son café, cacao y plátano.

- Dado que la mayoría de los productores agropecuarios son de pequeña escala con fincas pequeñas, es probable que una buena parte de sus emisiones o remociones no sean visibles en los inventarios nacionales con sus escalas actuales.

A continuación se presentan estimaciones simples sobre el potencial de reducciones de emisiones en el sector agropecuario. La reducción de emisiones no conlleva automáticamente a la emisión de créditos o su comercialización. Los cálculos se desarrollaron específicamente para los países de la subregión SICA con base en información pública disponible y utilizando los potenciales de secuestro de carbono mediante la agroforestería desarrollados por Feliciano et al. (2018) (véase el cuadro 13).

1. Agricultura

En el cuadro 14 se muestran las estimaciones de secuestro de carbono superficial por cada tipo de técnica agroforestal de acuerdo con el metaanálisis realizado por Feliciano et al. (2018), con datos específicos para países de América Latina. En promedio, los sistemas de agroforestería son más eficientes en la captura de carbono superficial cuando se implementan en climas tropicales y la mayor mejora en términos de secuestro en suelo se da cuando haya cambio de siembra de pasto hacia sistemas silvopastoriles.

La técnica con el mayor valor de secuestro es el sistema de lotes arbóreos, seguida del sistema de delimitación forestal, mientras que la de menor potencial es la agrosilvicultura. En conjunto se tiene un promedio de 7.565 toneladas de carbono por hectárea por año ($\frac{tC}{ha\ año}$) al considerar todas las técnicas, excepto el sistema basado en cultivo bajo sombra (véase el cuadro 14).

Cuadro 14
Secuestro de carbono superficial por tipo de sistema de agroforestería, $tC/ha/año$

Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio (sin sistemas de sombra)
2,94	9,14	5,55	2,87	12,63	7 565

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>

Considerando que no toda la superficie de cada cultivo es susceptible de aplicar las técnicas propuestas de manera inmediata, para el cálculo de emisiones evitadas se utiliza un 30% de la superficie sembrada para los cultivos incluidos en este estudio. Así, al conjuntar las estimaciones de secuestro de carbono por técnica, el porcentaje de superficie y la superficie por cultivo se puede obtener un cálculo del potencial de emisiones de dióxido de carbono equivalente evitadas de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$EEC_{ij} = Tec_i * X_j * S_j * F$$

donde EEC corresponde a las emisiones de CO_2eq potencialmente evitadas por el secuestro de carbono de la técnica i aplicada en el cultivo j expresadas en toneladas anuales; Tec es el secuestro de carbono superficial de la técnica i en toneladas de carbono por hectárea al año; X es el porcentaje de superficie considerada del cultivo j ; S es igual a la superficie del cultivo j reportada en hectáreas y F es un factor de conversión que relaciona la masa de carbono con la masa de CO_2eq , al que le corresponde un valor constante de 3,66667.

Por ejemplo, para estimar el potencial de emisión evitada de CO_2eq para el maíz utilizando el sistema de agrosilvicultura en Belice se tiene que:

$$EEC = 2,94 \frac{tC}{ha\ año} * 0,3 * 23.717\ ha * 3,66667 \frac{t\ CO_2eq}{t\ C} = 76.700,84 \frac{t\ CO_2eq}{año}$$

Esto indica que, al utilizar dicho sistema de producción en el cultivo del maíz, se tendrá un potencial de 76.700 créditos de CO_2eq por evitar emisiones a la atmósfera, considerando que un crédito es equivalente a una tonelada de CO_2eq . Estos cálculos representan una estimación del máximo de

créditos obtenibles y dependen de la aplicación exitosa de las técnicas en un horizonte de tiempo suficiente para que los sistemas lleguen a la capacidad de secuestro; además, el porcentaje de superficie susceptible de aplicación también es un factor determinante.

En los cuadros 15 y 16 se muestran los resultados del potencial de reducción de emisiones de dióxido de carbono equivalente, es decir, la cantidad potencial de créditos que podrían obtenerse de aplicarse las técnicas mencionadas para los países de la subregión SICA. En la primera columna se muestra la superficie considerada para el cálculo, que es equivalente al 30% de la superficie total dedicada al cultivo, debido a que la implementación requiere de inversión y organizar a los productores. Por su parte, la última columna corresponde a las emisiones evitadas al considerar el promedio de secuestro del conjunto de técnicas de acuerdo con el cuadro 15. De acuerdo con las estimaciones para Belice mostradas en el cuadro 15, los cultivos que tienen el mayor potencial de emisiones evitadas son la caña de azúcar y el maíz al utilizar las técnicas de delimitación forestal y de barbechos mejorados.

Cuadro 15
Belice: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Lotes arbóreos	Promedio
Caña de azúcar	12 399,9	133 671,0	415 562,4	252 338,2	130 488,4	574 239,9
Maíz	7 115,1	76 700,8	238 450,9	144 792,4	74 874,6	329 500,6
Soya	4 386,3	47 284,4	146 999,7	89 261,3	46 158,5	203 129,7
Frijoles	2 770,5	29 866,0	92 848,8	56 379,7	29 154,9	128 302,0
Naranja	2 045,7	22 052,7	68 558,3	41 630,0	21 527,6	94 736,5
Sorgo	1 846,2	19 902,1	61 872,4	37 570,2	19 428,2	85 497,6
Bananas	947,4	10 213,0	31 750,6	19 279,6	9 969,8	43 874,1

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En Costa Rica, el mayor potencial de emisiones evitadas se obtuvo para los cultivos de arroz y de frijol con 191.277,6 y 119.438,4 toneladas anuales de dióxido de carbono equivalente, respectivamente. El promedio de las técnicas da como resultado un rango de secuestro de entre 61.000 toneladas y 114.000 toneladas para el conjunto de los cultivos, como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16
Costa Rica: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Arroz	4 130,4	44 525,4	138 422,6	84 053,1	43 465,3	191 277,6	114 569,7
Frijol	2 579,1	27 802,8	86 434,4	52 484,8	27 140,8	119 438,4	71 540,1
Maíz	1 492,5	16 088,9	50 018,0	30 372,0	15 705,9	69 116,8	41 398,9
Melón	507,3	5 469,0	17 002,2	10 324,1	5 338,8	23 494,3	14 072,4
Ñampí	348,7	3 758,8	11 685,5	7 095,7	3 669,3	16 147,4	9 671,8
Papa	476,9	5 141,2	15 983,1	9 705,2	5 018,8	22 086,0	13 228,9
Yuca	2 231,3	24 053,6	74 778,8	45 407,3	23 480,9	103 332,2	61 893,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En El Salvador, al considerar cinco cultivos, los resultados del cuadro 17 muestran que la aplicación de las técnicas de lotes arbóreos y delimitación forestal tendrían un mayor secuestro potencial en el cultivo del maíz. El café, al ser el segundo producto con mayor superficie sembrada, tiene el mayor resultado potencial con la técnica de cultivo bajo sombra con 393.978,2 toneladas potenciales evitadas. El otro grano básico para el país es el frijol, con el conjunto de técnicas se pueden evitar entre 343.000 y 1,4 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Cuadro 17
El Salvador: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Maíz	87 000,0	937 860,9	2 915 662,7	1 770 451,6	-	4 028 973,7	2 413 237,2
Café	37 438,5	-	-	-	393 978,2	-	-
Frijol	31 861,2	343 464,0	1 067 776,0	648 376,0	-	1 475 493,5	883 777,4
Caña de azúcar	24 250,2	261 417,4	812 705,8	493 492,0	-	1 123 027,8	672 660,7
Sorgo	19 500,0	210 210,2	653 510,6	396 825,4	-	903 045,8	540 898,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Guatemala tiene una situación similar en la que dos cultivos representan una parte importante de la superficie cosechada, el maíz y el café. Se estima que pueden obtenerse créditos equivalentes por hasta 12 millones de toneladas y 1,1 millones de toneladas, respectivamente. Aunque la superficie dedicada a la caña de azúcar es la cuarta parte de la dedicada al maíz, se pueden tener emisiones potencialmente evitadas más altas que en comparación con las emisiones del cultivo de café (véase el cuadro 18).

Cuadro 18
Guatemala: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Maíz	264 836,7	2 854 942,2	8 875 568,7	5 389 431,7	-	12 264 598,7	7 346 135,3
Café	110 059,5	-	-	-	1 158 193,9	-	-
Caña de azúcar	67 534,8	728 025,8	2 263 318,3	1 374 334,4	-	3 127 539,4	1 873 304,5
Aceite de palma	64 500,0	695 310,6	2 161 612,0	1 312 576,2	-	2 986 997,7	1 789 124,1
Frijol	45 028,5	485 407,7	1 509 056,5	916 330,8	-	2 085 271,7	1 249 016,7
Banana	25 586,1	275 818,4	857 476,3	520 677,6	-	1 184 893,4	709 716,4
Hule	24 985,5	269 343,9	837 348,2	508 455,4	-	1 157 079,6	693 056,8

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En el cuadro 19 se muestran los resultados de las estimaciones para Honduras, donde los dos cultivos más frecuentes son el maíz y el café. En el primer caso se tiene un rango de emisiones evitadas de entre 1,1 millones y 5 millones de toneladas de CO_2eq , con un promedio de 3 millones. El potencial de la aplicación de cultivo bajo sombra en la siembra de café es de 815.535,9 toneladas. Las emisiones evitadas en el cultivo de frijol se estiman entre 527.763,4 y 2,2 millones de toneladas de CO_2eq .

Cuadro 19
Honduras: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Maíz	110 010,3	1 185 912,1	3 686 815,2	2 238 711,6	-	5 094 581,6	3 051 505,1
Café	77 497,8	-	-	-	815 535,9	-	-
Palma aceitera	67 500,0	727 650,7	2 262 152,1	1 373 626,2	-	3 125 927,8	1 872 339,2
Frijol	48 957,6	527 763,4	1 640 733,9	996 288,1	-	2 267 228,5	1 358 003,5
Caña de azúcar	20 679,9	222 929,5	693 053,0	420 836,3	-	957 687,0	573 626,5
Arroz	5 288,7	57 012,2	177 242,1	107 625,1	-	244 919,9	146 699,9

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En Nicaragua, el café también figura como uno de los principales en términos de la extensión de siembra que utiliza. Al respecto se estima que el potencial de emisiones evitadas de CO_2eq puede alcanzar hasta 515.920,6 toneladas. En términos de los granos básicos, el maíz y el frijol ocupan la mayor cantidad de superficie cosechada, estimando hasta 4 y 3 millones de toneladas de créditos de CO_2eq por la aplicación de técnicas de lotes arbóreos, respectivamente (véase el cuadro 20).

Cuadro 20
Nicaragua: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Maíz	86 686,5	934 481,3	2 905 156,2	1 764 071,9	-	4 014 455,5	2 404 541,2
Frijol	72 709,2	783 805,9	2 436 729,9	1 479 633,6	-	3 367 166,1	2 016 833,9
Café	49 026,3	-	-	-	515 920,6	-	-
Arroz	23 741,1	255 929,3	795 644,1	483 131,8	-	1 099 451,3	658 539,1
Caña de azúcar	22 084,8	238 074,4	740 135,9	449 426,1	-	1 022 748,0	612 596,1

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

El cultivo del arroz supera casi dos veces en importancia al maíz cuando se comparan las superficies sembradas en Panamá. Los resultados de emisiones CO_2eq evitadas en el arroz tienen un rango de entre 307.401,7 hasta 1,3 millones de toneladas, mientras que para el maíz el potencial más alto de emisiones evitadas es de alrededor de 698.637,9 toneladas (véase el cuadro 21).

Cuadro 21
Panamá: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Arroz	28 515,9	307 401,7	955 663,7	580 299,1	-	1 320 572,5	790 984,3
Maíz	15 086,1	162 628,3	505 586,0	307 002,4	-	698 637,9	418 463,7
Caña de azúcar	10 870,5	117 184,1	364 307,0	221 214,9	-	503 413,3	301 529,8
Naranjas	9 397,2	101 301,9	314 931,8	191 233,2	-	435 184,7	260 662,9
Palma aceitera	7 414,8	79 931,6	248 494,9	150 891,3	-	343 379,7	205 674,4
Plátanos	6 583,2	70 967,0	220 625,2	133 968,2	-	304 868,3	182 607,2
Café	4 996,8	-	-	-	52 583,0	-	-
Cacao	4 152,6	44 765,1	139 167,6	84 505,5	-	192 307,1	115 186,3
Frijol	4 008,9	43 216,0	134 351,7	81 581,2	-	185 652,3	111 200,3
Bananas	2 326,8	25 082,9	77 978,9	47 350,4	-	107 754,2	64 541,6

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En la descripción de los resultados de las estimaciones para la República Dominicana, presentados en el cuadro 22, se puede apreciar que también el cultivo más importante por área cosechada es el arroz. Su potencial de CO_2eq evitadas se encuentra en un rango de entre 639.802,2 y 2,7 millones de toneladas. Le sigue la caña de azúcar con un promedio de 1,1 millones de toneladas de CO_2eq evitadas. El cultivo de café tiene un potencial de emisiones de CO_2eq evitadas de 175.466,2 toneladas al utilizar el sistema de cultivo bajo sombras.

Cuadro 22
República Dominicana: emisiones evitadas en toneladas de CO_2eq por tipo de sistema de agroforestería y cultivo

	Superficie (En hectáreas)	Agrosilvicultura	Delimitación forestal	Barbechos mejorados	Cultivo bajo sombra	Lotes arbóreos	Promedio
Arroz	59 350,8	639 802,2	1 989 045,0	1 207 789,9	-	2 748 538,0	1 646 293,8
Caña de azúcar	41 008,5	442 072,0	1 374 332,8	834 523,7	-	1 899 105,4	1 137 508,5
Café	16 674,0	-	-	-	175 466,2	-	-
Plátanos	14 725,8	158 744,3	493 511,1	299 670,3	-	681 952,4	408 469,5
Aguacate	11 874,3	128 005,1	397 947,7	241 642,2	-	549 899,3	329 373,6
Maíz	10 212,9	110 095,2	342 268,6	207 832,7	-	472 959,8	283 289,1
Bananas	9 081,3	97 896,5	304 344,9	184 804,6	-	420 555,4	251 900,4

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>; y de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

En El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua el cultivo con mayor superficie dedicada a la siembra es el maíz. Se estima que las técnicas de lotes arbóreos, delimitación arbórea y barbechos mejorados generarían la mayor cantidad de créditos de carbono. Por su parte, en Costa Rica, Panamá y

la República Dominicana el grano básico es el arroz, cuyas emisiones se deben principalmente a los procesos anaerobios que se dan en los campos inundados (Bognar et al., 2023). Las técnicas de agroforestería mostradas pueden incluir modificaciones para reducir emisiones específicas para metano, aunque existen diversos regímenes de producción para este cultivo. Sin embargo, pueden aplicarse exitosamente en estos cultivos junto con la aplicación mejorada de fertilizante, barbechos mejorados preferiblemente de leguminosas arbóreas, premanejo del arroz, transferencia de biomasa de parcelas aledañas, cambio en los regímenes de tiempo en los que el cultivo se mantiene inundado hacia períodos más cortos o inundaciones intermitentes, alternar con métodos que no requieran inundación y siembra aerobia, así como arroz de sembrado directo en lugar de trasplantado (Bognar et al., 2023; Gold Standard, 2023; Rodenburg et al., 2022).

2. Ganadería

Las emisiones de este sector se generan fundamentalmente en forma de metano y óxido nitroso, y el primero tiene un mayor peso en las emisiones (Viaud y Kunneman, 2021). De manera típica las emisiones se generan por la fermentación entérica, la gestión del estiércol y el pastoreo, aunque también hay emisiones asociadas al cambio de uso de suelo realizado para ampliar las extensiones para la producción ganadera (Agronews Castilla y León, 2014). Aunque hay propuestas y tecnologías para reducir las emisiones en estas actividades, existe una gran diversidad de factores propios de los sistemas biológicos que no pueden generalizarse a cada uno de los proyectos o las regiones, tales como el tipo de nutrición proporcionada al animal, la especie de vacuno, el clima y el tipo de pastoreo, por lo que los cálculos se encuentran sujetos a incertidumbre (Dube et al., 2011; Ramachandran et al., 2011).

De esta forma, un alimento con mayor dificultad para digerirse utilizado en un clima seco y árido provocará un aumento de las emisiones por la fermentación en el interior del animal y por el estiércol generado (Dube et al., 2011). Asimismo, en los procedimientos de cálculo de emisiones hay diversas metodologías que pueden incluir o no ciertos alcances a los procesos productivos que implican una diferencia en la intensidad de las emisiones por unidad de masa de carne (Chang et al., 2021).

En las estimaciones de la reducción potencial para el sector ganadero se considera únicamente el número de cabezas de ganado vacuno, ya que en los países de la subregión representa entre el 50,75% y el 84,93% del número de animales reportados para 2022. Dadas las limitaciones de tiempo del estudio, no se incluyó otro tipo de ganado que, aunque tiene un menor peso, podría generar proyectos de créditos de carbono, tal como la gestión de excretas en la porcicultura.

De acuerdo con Chang et al. (2021) la región de América Latina tiene un amplio margen para reducir emisiones mediante mejoras técnicas como los cambios en el régimen de alimentación hacia dietas con mejoradores digestivos y con una mayor proporción de proteína con respecto a la fibra, ya que afectan directamente el proceso de fermentación entérica responsable de las emisiones de metano en estos rumiantes (Caro et al. 2016). Asimismo, hay evidencia de que un mejor manejo del estiércol disminuye las emisiones e incluso puede tratarse para producir biocombustibles a través de biodigestores a pequeña escala (Bognar et al., 2023).

De acuerdo con los datos de FAO (2022) presentados en la plataforma GLEAM 3.0 (Global Livestock Environmental Assessment Model), para la subregión de Centroamérica hay un factor de emisión para la producción de carne de ganado vacuno en promedio de 67,38 kilogramos de dióxido de carbono equivalente por cada kilogramo de peso. Este indicador también es conocido como intensidad de emisión. Considerando que la carne en canal promedio para este tipo de ganado alcanza los 206 kilogramos de peso (Costa e Silva et al., 2016), que se pueden alcanzar mejoras en la productividad por la aplicación de técnicas que redundan en la reducción de emisiones provenientes de la producción de ganado bovino de hasta un 18% (Chang et al., 2021), así como un factor adicional relacionado a la susceptibilidad de la aplicación de técnicas del 30%, se pueden estimar las emisiones de dióxido de carbono equivalente a través de la siguiente expresión:

$$EEG = C * FE * M * Su * VTProd * 0,001$$

donde *EEG* corresponde a las emisiones de *CO₂eq* potencialmente evitadas por la aplicación de técnicas en la producción de ganado bovino en toneladas anuales; *C* es el número de cabezas de ganado consideradas; *FE* es el factor de emisión por la producción de carne de vacuno en *kgCO₂/kg*; *M*

corresponde a la masa per cápita promedio del ganado; Su es el factor de susceptibilidad, es decir, la proporción de aplicabilidad de las técnicas; $\nabla TProd$ se refiere a la disminución de la intensidad de emisiones y finalmente la constante de 0,001 es un factor de conversión. Por ejemplo, para conocer las emisiones evitadas en el ganado para Costa Rica se tiene:

$$EEG = 1.507.165 \text{ cabezas} * 67,38 \frac{kgCO_2eq}{kg} * 206 \frac{kg}{cabeza} * 0,3 * 0,18 * 0,001 = 1.129.673,099 tCO_2eq$$

Los resultados de las emisiones evitadas para los países de la subregión SICA se muestran en el cuadro 23, donde la variabilidad depende específicamente de la cantidad de cabezas de ganado que se estén considerando. En promedio para la subregión se tiene un potencial de 1.840 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente evitadas, con un valor mínimo de 78.000 toneladas correspondientes a Belice y un máximo de 4.207 millones de toneladas en Nicaragua dada la cantidad de cabezas reportadas, la alta variabilidad de las emisiones evitadas se puede evidenciar con la desviación estándar calculada en 1.375 millones de toneladas.

Cuadro 23
Subregión del SICA: emisiones de CO_2eq evitadas en la ganadería

País	Ganado bovino (En número de cabezas)	Emisiones evitadas (CO_2eq)
Belice	104 785	78 540,04
Costa Rica	1 507 165	1 129 673,10
El Salvador	786 292	589 353,47
Guatemala	4 171 859	3 126 954,84
Honduras	2 880 200	2 158 811,05
Nicaragua	5 612 913	4 207 075,42
Panamá	1 508 571	1 130 726,95
República Dominicana	3 073 466	2 303 670,71

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM)*. GLEAM 3.0 Assessment of greenhouse gas emissions and mitigation potential. <https://www.fao.org/gleam/dashboard/en/>; Chang, J., Peng, S., Yin, Y., Ciais, P., Havlik, P. y Herrero, M. (2021). The key role of production efficiency changes in livestock methane emission mitigation. *AGU Advances*, 2(2), e2021AV000391. <https://doi.org/10.1029/2021AV000391> y Costa e Silva, L., De Campos Valadares, S., Rotta, P. e Inácio, M. (2016). Prediction of body and carcass composition of beef cattle. En S. C. V. Filho, C. Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti y L. F. Prados (Eds.), *Nutrient requirements of Zebu and crossbred cattle (BR-CORT E)*, 3rd revised edition. Suprema Grafica Ltda., pp. 119-142.

Solamente Belice y El Salvador tienen un potencial de emisiones evitadas menor a 1 millón de toneladas, en el primer caso, es aún menor a 100.000 toneladas. Sin embargo, para el resto de los países las emisiones evitadas superan el millón de toneladas, considerando este segundo grupo de países el promedio de emisiones evitadas se eleva a 2.350 millones de toneladas de CO_2eq .

Cabe aclarar que un crédito de carbono corresponde a una tonelada de dióxido de carbono equivalente y que los resultados muestran el potencial máximo que se podría alcanzar de darse las condiciones de mejor productiva. Una vez determinado el potencial de reducción de emisiones, se pueden convertir en créditos de compensación a través de mecanismos como las medidas de mitigación apropiadas para cada país (MMAP), iniciativas gubernamentales e iniciativas de empresas privadas. La certificación es fundamental y para el sector agropecuario se cuenta con certificadoras como VCS, Gold Standard y Climate Action Reserve, entre otras.

El destino de los créditos puede ser a mercados de gobiernos y empresas extranjeras y nacionales, para cumplir sus CDN y los compromisos ambientales, sociales y de gobernanza de las empresas. De esta

manera, implementar medidas de reducción de emisiones bajo un manejo agropecuario sostenible contribuye a la reducción de emisiones, a la mejora en la productividad y su consecuente mejora en la calidad de vida de las personas productoras y en sus ingresos. Adicionalmente contribuye a reducir los riesgos climáticos, mejorar la adaptación y recuperar los servicios ecosistémicos.

D. Capacidades técnicas, operativas, políticas y prospectivas

El acceso a los mecanismos de créditos de carbono estará determinado por la capacidad nacional y sectorial de establecer inventarios y cálculos actualizados de emisiones y desarrollar capacidades institucionales para gestionar los proyectos. Con base en estudios previos (Crespi et al., 2014; Cornick et al., 2018), la CEPAL (2024b) propone un marco conceptual para analizar las capacidades institucionales necesarias para lograr las transformaciones sociales, económicas, ambientales y tecnológicas que requiere la región para alcanzar un modelo de desarrollo productivo, sostenible e inclusivo. Estas capacidades se clasifican como técnicas, operativas, políticas y prospectivas (TOPP). Con base en los hallazgos de este estudio, en el cuadro 24 se resaltan algunas de las capacidades TOPP necesarias para promover un mayor uso de los créditos de carbono como parte de las estrategias de financiamiento climático y en línea con los planes de reducción de emisiones y desarrollo bajo en emisiones.

Cuadro 24
Capacidades técnicas, operativas, políticas y prospectivas (TOPP) para el aprovechamiento de los mecanismos de créditos de carbono

Capacidad	Acciones
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer normativas para realizar consultas públicas transparentes y diálogos participativos, incluyendo con Pueblos Indígenas y grupos permanentes de trabajo, durante los procesos de diseño, implementación y monitoreo de las CDN y las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. • Diseñar y monitorear indicadores de cumplimiento de las CDN. • Desarrollar líneas de base de emisiones sectoriales y análisis de adicionalidad. • Producir datos y análisis sobre los vínculos entre el desarrollo sostenible y las distintas actividades de mitigación de emisiones. • Mejorar y publicar las metodologías de cálculo de los inventarios de GEI del sector agropecuario. • Mejorar la información productiva y de emisiones de GEI por cultivo y zona de producción. • Establecer mecanismos estandarizados para incorporar insumos técnicos en la formulación y actualización de la CDN. • Actualizar periódica y oportunamente los inventarios nacionales de GEI.
Operativa	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer marcos regulatorios y mecanismos de gobernanza para operativizar y documentar los procesos de consulta, participación y diálogo. • Desarrollar indicadores y mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de las reducciones de emisiones. • Documentar las acciones y los impactos de mitigación e incluirlos en la revisión continua de la CDN y la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. • Desarrollar una estrategia para la participación en esquemas de créditos de carbono, procesos claros para el desarrollo de proyectos y registro de créditos de carbono. • Crear mecanismos para el intercambio seguro de datos administrativos y otra información relevante para la construcción y el seguimiento de las metas.
Política	<ul style="list-style-type: none"> • Crear mecanismos de diálogo y gobernanza que faciliten la colaboración entre las agendas agropecuarias y climáticas del país. • Reconocer al sector agropecuario como emisor de GEI y su vulnerabilidad ante el cambio climático, incorporándolo mediante metas cuantificables de reducción de emisiones en las CDN y las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. • Apoyar el desarrollo de herramientas metodológicas para facilitar la participación y el diálogo amplio, así como la cocreación de las principales políticas de cambio climático.

Capacidad	Acciones
	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer esquemas de gobernanza que respalden y faciliten la participación en esquemas de créditos de carbono. • Fomentar el desarrollo e implementación de herramientas de gestión y análisis de datos que faciliten el intercambio de información entre países y el análisis colaborativo para la toma de decisiones.
Prospectiva	<ul style="list-style-type: none"> • Definir una visión de largo plazo para lograr un desarrollo bajo en emisiones y plasmarla en una estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuantificable. • Alinear la estrategia de financiamiento climático y las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones con las metas de la CDN. • Promover el modelo de ciclo de ambición, que conecta de manera iterativa las estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones y las CDN, asegurando un enfoque participativo y de toma de decisiones basadas en datos para las políticas climáticas.

Fuente: Elaboración propia.

Fortalecer estas capacidades requiere de tiempo del personal, financiamiento y habilitar normativas que permita su desarrollo. Por las similitudes del sector agropecuario de la subregión del SICA y debido a sus retos comunes, se recomienda fortalecer los esfuerzos de cooperación mediante proyectos regionales, establecimiento de estándares compartidos e intercambio de información y experiencias.

III. Reflexiones finales

Los mecanismos de créditos de carbono tienen el potencial de contribuir a la reducción global de emisiones, tanto mediante una mayor cooperación internacional, como facilitando el acceso a financiamiento, tecnología y conocimientos. Sin embargo, diseñar e implementar esquemas obligatorios o voluntarios requiere de capacidades institucionales sofisticadas y una normativa habilitadora. Además, las reducciones de emisiones no conllevan automáticamente a la emisión de créditos o su comercialización. Ambos retos son considerables para la subregión del SICA, no solo por su capacidad incipiente de usar estos mecanismos, sino también por el reducido tamaño de su sector agropecuario en la escala global y la prevalencia de productores de pequeña escala y autoconsumo.

A continuación se comparten algunas reflexiones y recomendaciones para aprovechar los mecanismos de créditos de carbono para promover el desarrollo agropecuario sostenible, resiliente e inclusivo:

- Los instrumentos de precio al carbono deben ser parte de una estrategia de financiamiento climático y no la sustituyen, sino que deben alinearse con las metas nacionales de reducción de emisiones y la visión de largo plazo de un desarrollo bajo en emisiones. La selección de los instrumentos de precio al carbono más aptos para el país dependerá de sus capacidades institucionales y necesidades de largo plazo.
- Los datos, la normativa, la gobernanza y las capacidades institucionales necesarias para usar los instrumentos de precio al carbono pueden tener impactos positivos en la planificación y la territorialización de la gestión agropecuaria. Más allá de permitir el acceso a mercados de carbono, el fortalecimiento de las capacidades TOPP puede mejorar el conocimiento sobre el sector y promover la toma de decisiones y el diseño de programas basados en evidencia.
- Al seleccionar un instrumento de precio al carbono se deben considerar las características del sector agropecuario de la subregión, debido a que algunos retos persistentes podrían complejizar su adopción, entre ellos, fincas de pequeño tamaño, baja tecnificación, exclusión financiera, complejidad de la tenencia de tierra, sobrecarga administrativa y financiera, altas inversiones iniciales y poca claridad sobre su retorno. Asimismo, es importante documentar y medir los cobeneficios de los proyectos, no solo la reducción de emisiones sino su impacto en el desarrollo territorial o rural.

- Considerando los retos compartidos en el acceso a mercados de créditos de carbono y las similitudes de la estructura agropecuaria de la subregión del SICA, es importante promover la cooperación regional mediante el intercambio de buenas prácticas y lecciones aprendidas, metodologías de cálculo de emisiones de GEI por cultivo y zona productiva, desarrollo de proyectos por resultados regionales y aprobación de estándares regionales, entre otros.
- Los requerimientos institucionales, normativos y de monitoreo, reporte y verificación podrían representar altas barreras de entrada para países en desarrollo y sectores agropecuarios con estructuras productivas basadas en productores de pequeña escala. Es importante incorporar este tipo de consideraciones para lograr una arquitectura de financiamiento climático que facilite el acceso de países con desarrollo incipiente y sectores donde las emisiones están atomizadas.
- El diseño y la implementación de una trayectoria de desarrollo de largo plazo baja en emisiones necesita capacidades TOPP, mecanismos de gobernanza y diálogo social para construir visiones compartidas y consensos. El desarrollo de estrategias de financiamiento climático e instrumentos de precio al carbono puede contribuir a desbloquear mayor financiamiento para la acción climática, promover la planificación prospectiva y mejorar la abogacía de la región por una arquitectura financiera más inclusiva.

Bibliografía

- Agronews Castilla y León. (2014, 2 de julio). *La ganadería y sus desafíos en América Latina y el Caribe*. <https://www.agronewscastillayleon.com/fao-la-ganaderia-y-sus-desafios-en-america-latina-y-el-caribe>
- Banco Mundial. (2021). Carbon pricing assessment and decision-making: a guide to adopting a carbon price. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/385f8004-b059-55cf-8f21-34b500c8e202/content>
- Banco Mundial. (2022). Defining results-based climate finance, voluntary carbon markets and compliance Carbon Markets. *Information paper*. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/0d55d00c-cb34-5b6c-97aa-c9c237fdb9b/content>
- Banco Mundial. (2023). *State and trends of carbon pricing 2023*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/39796>
- Banco Mundial. (2024). *State and trends of carbon pricing dashboard*. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>
- Bognar, J., Springer, K., Nesbit, M., Nadeu, E., Hiller, N., Van Dijk, R., Lam, L., Forestier, O., Finesso, A., Bolscher, H., Jakob, M., Tarpey, J., McDonald, H., Zakkor, P., Heller, C., Görlach, B., Scheid, A. y Tremblay, L.-I. (2023). Pricing agricultural emissions and rewarding climate action in the agri-food value chain. *Trinomics* (ISBN 978-92-68-09110-4). Institute European Environmental Policy, Ecologic Institute, Umweltbundesamt y Carbon Counts. <https://ieep.eu/wp-content/uploads/2023/11/Pricing-agricultural-emissions-and-rewarding-climate-action-in-the-agri-food-value-chain-IEEP-2023.pdf>
- Caro, D., Kebreab, E. y Mitloehner, F. M. (2016). Mitigation of enteric methane emissions from global livestock systems through nutrition strategies. *Climatic Change*, 137(3), pp. 467–480. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1686-1>
- Chang, J., Peng, S., Yin, Y., Ciais, P., Havlik, P. y Herrero, M. (2021). The key role of production efficiency changes in livestock methane emission mitigation. *AGU Advances*, 2(2), e2021AV000391. <https://doi.org/10.1029/2021AV000391>
- Chará, J., Reyes, E., Peri, P., Otte, J., Arce, E. y Schneider, F. (2020). *Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: evidencia desde América Latina*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Agri Benchmark. <https://openknowledge.fao.org/items/db92053d-9b39-43d2-bf1c-36934c91a05d>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024a). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, 2023: necesidades de financiamiento y herramientas de política para la transición hacia economías con bajas emisiones de carbono y resilientes al cambio climático* (LC/TS.2023/154). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1a56dd6c-91ae-48c7-bd73-85fb343348dc/content>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024b). *América Latina y el Caribe ante las trampas del desarrollo: transformaciones indispensables y cómo gestionirlas* (LC/SES.40/3-P/-*). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ddaf4444-dcbc-48a9-afd2-06306ac3e5c3/content>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.-a). *Article 6 of the Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/article6>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (s.f.-b). *Medidas de mitigación apropiadas para cada país*. <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2018). *Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows*. Technical Report. UNFCCC Standing Committee on Finance. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/2018%20BA%20Technical%20Report%20Final.pdf>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2025). *NAMA Registry*. <https://www4.unfccc.int/sites/publicnama/SitePages/Country.aspx>
- Cornick, J., Stein, E. H., Fernández-Arias, E. y Rivas, G. (Eds.) (2018). *Building capabilities for productive development*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Costa e Silva, L., De Campos Valadares, S., Rotta, P. e Inácio, M. (2016). Prediction of body and carcass composition of beef cattle. En S. C. V. Filho, C. Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti y L. F. Prados (Eds.), *Nutrient requirements of Zebu and crossbred cattle (BR-CORT E)*, 3rd revised edition. Suprema Grafica Ltda, pp. 119-142.
- Crespi, E., Fernández-Arias, E. y Stein, E. (Eds.) (2014). *Rethinking productive development. sound policies and institutions for economic transformation*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- De Miguel, C., Lorenzo, S., Alatorre, J. E., Gómez, J. J., Ferrer, J., Rezza, L. y Fernández, I. (2022). Necesidades de financiamiento y objetivos climáticos en América Latina y el Caribe. *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2024/47). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4c19a9d1-960b-4a53-a5e0-8b97f3aff544/content>
- Dube, F., Thevathasan, N., Zagal, E., Gordon, A., Stolpe, N. y Espinosa, M. (2016). Carbon sequestration potential of silvopastoral and other land use systems in the Chilean Patagonia. En B.M. Kumar y P.K.R. Nair (Eds.), *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems: opportunities and Challenges*. *Advances in Agroforestry* (8), Doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-1630-8_6
- Ecosystem Marketplace. (2025). *State of the voluntary carbon market 2025: meeting the moment renewing trust in carbon finance*. Forest Trends Association. <https://3298623.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/3298623/SOVCM%202025/Ecosystem%20Marketplace%20State%20of%20the%20Voluntary%20Carbon%20Market%202025.pdf>
- Feliciano, D., Ledo, A., Hillier, J. y Rani Nayak, D. (2018). Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* (254), pp. 117-129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.032>
- Gold Standard. (2023). *Methodology for methane emissions reduction by adjusted water management practice in rice cultivation*. The Gold Standard Foundation. <https://globalgoals.goldstandard.org/437-luf-agr-methane-emission-reduction-awm-practice-in-rice/>
- He Waka Eke Noa. (2022). *Agriculture Emissions Pricing System: B+LNZ & DairyNZ summary of recommendations to government*. <https://beeflambnz.com/sites/default/files/consultations/RECOMMENDATION-REPORT.pdf>
- McClay, T., Watts, S., Hoggard, A. y Patterson, M. (2024, 11 de junio). *Agriculture to come out of the ETS*. Beehive.govt.nz. <https://www.beehive.govt.nz/release/agriculture-come-out-ets>
- ONU Comercio y Desarrollo. (2024). *Un nuevo objetivo de financiación climática está en el horizonte. ¿Cómo pueden beneficiarse los países en desarrollo?* <https://unctad.org/news/new-climate-finance-goal-horizon-how-can-developing-countries-benefit>
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. (2022). *New Zealand. En Agricultural policy monitoring and evaluation 2022: reforming agricultural policies for climate change mitigation*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/7f6276aa-en>
- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Caracterización de los sistemas agroforestales Kuxur Rum y Quesungual en el corredor seco de Guatemala y Honduras*.
- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *TECA - Technologies and practices for small agricultural producers*. <https://teca.apps.fao.org/en/technologies>

- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM)*. GLEAM 3.0 Assessment of greenhouse gas emissions and mitigation potential. <https://www.fao.org/gleam/dashboard/en/>
- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *Production: Crops and livestock products*. FAOSTAT [base de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022, 27 de mayo). ¿Qué son los mercados de carbono y por qué son importantes? *Climate Promise*. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-son-los-mercados-de-carbono-y-por-que-son-importantes>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2025). ¿Qué es el financiamiento climático basado en resultados y cómo funciona? *Climate Promise*. Artículos explicativos, 23 de junio. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-el-financiamiento-climatico-basado-en-resultados-y-como-functiona>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Integrated assessment for article 6: the IAA6 approach. Briefing*. <https://unepccc.org/wp-content/uploads/2023/07/briefing-iaa6-approach-nov2024.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2025). *Article 6 Pipeline*. <https://unepccc.org/article-6-pipeline/>
- Ramachandran, P., Tonucci, R., Garcia, R. y Nair, V. (2011). Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian Savanna (Cerrado). En B.M. Kumar y P.K.R. Nair (Eds.), *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges*. *Advances in Agroforestry* (8), Doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-1630-8_6
- Rodenburg, J., Mollee, E., Coe, R. y Sinclair, F. (2022). Global analysis of yield benefits and risks from integrating trees with rice and implications for agroforestry research in Africa. *Field Crops Research* (281). <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108504>
- Rodríguez J. (2023). *Análisis de vulnerabilidad agrícola al cambio climático para la región del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)* (LC/MEX/TS.2023/38). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/68648-analisis-vulnerabilidad-agricola-al-cambio-climatico-la-region-sistema-la>
- Tefera, Y., Hailu, Y. y Siraj, Z. (2019). Potential of agroforestry for climate change mitigation through carbon sequestration: review paper. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*, 22(3). <https://juniperpublishers.com/artoaj/ARTOAJ.MS.ID.556196.php>
- Trinomics. (2022). *Pricing agricultural emissions and rewarding climate action in the agri-food value chain*. European Commission. <https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2023/50109-Pricing-agricultural-emissions-and-rewarding-climate-action-in-the-agri-food-value-chain.pdf>
- Van Noordwijk, M., Coe, R., Sinclair, F. L., Luedeling, E., Bayala, J., Muthuri, C.W., Cooper, P., Kindt, R., Duguma, L., Lamanna, C. y Minang, P.A. (2021). Climate change adaptation in and through agroforestry: four decades of research initiated. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 26(18). <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09954-5>
- Varah, A., Jones, H., Smith, J., Potts, S.G., (2013). Enhanced biodiversity and pollination in UK agroforestry systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(9), pp. 2073-2075. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6148>
- Viaud, V. y Kunnemann, T. (2021). Additional soil organic carbon stocks in hedgerows in crop-livestock areas of western France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (305), 107174. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107174>
- Vishnumolakala, H. Faucheux, L. y Olutoke, J. (2025). *Landscape of climate finance for agrifood systems 2025*. ClimateShot Investor Coalition. <https://climateshotinvestor.org/publications/landscape-of-climate-finance-for-agrifood-systems-2025>

Anexo

A continuación se detallan los aspectos y criterios de evaluación utilizados para analizar el nivel de preparación de los países para aprovechar el artículo 6 del Acuerdo de París.

Participación		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Consultas formales	¿Se cuenta con un proceso establecido que habilite realizar consultas públicas?	0: No se encuentra evidencia del establecimiento de un proceso formal que habilite realizar consultas públicas. 1: Se identifica evidencia de coordinación para realizar consultas públicas o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Se encuentra un proceso formal establecido para realizar consultas públicas.
	¿Se identifican experiencias de procesos de consulta pública en el marco del diseño y aprobación de políticas y proyectos relacionados con el cambio climático?	0: No hay evidencia de realización de consultas públicas el desarrollo de políticas clave de cambio climático. 1: Hay evidencia de realización de consultas públicas el desarrollo de al menos una política clave de cambio climático. 2: Hay evidencia de realización de consultas públicas en el desarrollo de más de una política clave de cambio climático.
	¿Se cuenta con un proceso establecido que habilite realizar consultas a Pueblos Indígenas?	0: No se encuentra evidencia del establecimiento de un proceso formal que habilite realizar consultas a Pueblos Indígenas. 1: Se identifica evidencia de coordinación para realizar consultas a Pueblos Indígenas o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Se encuentra un proceso formal establecido para realizar consultas a Pueblos Indígenas.
	¿Se identifican experiencias de procesos de consulta a Pueblos Indígenas en el marco del diseño y aprobación de políticas y proyectos relacionados con el cambio climático?	0: No hay evidencia de realización de consultas a Pueblos Indígenas en el desarrollo de políticas o proyectos clave de cambio climático. 1: Hay evidencia de realización de consultas a Pueblos Indígenas el desarrollo de al menos una política o proyecto clave de cambio climático. 2: Hay evidencia de realización de consultas a Pueblos Indígenas en el desarrollo de más de una política o proyecto clave de cambio climático.
Diálogo y participación	¿Se cuenta con un proceso establecido que asegure espacios de participación en el diseño y actualización de políticas clave relacionados con el cambio climático?	0: No se encuentra evidencia del establecimiento de un proceso formal que habilite realizar espacios de participación efectivos en el diseño y actualización de políticas. 1: Se identifica evidencia de coordinación para realizar espacios de participación en el marco del diseño y actualización de políticas de cambio climático o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Se encuentra un proceso formal establecido para realizar espacios de participación efectivos.
	¿Se identifican experiencias de espacios de participación en el diseño y actualización de políticas clave relacionados con el cambio climático?	0: No hay evidencia de realización de espacios de participación en el desarrollo de políticas o proyectos clave de cambio climático.

Participación		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
		1: Hay evidencia de realización de espacios de participación en el desarrollo de al menos una política o proyecto clave de cambio climático. 2: Hay evidencia de realización de espacios de participación en el desarrollo de más de una política o proyecto clave de cambio climático.
	¿Se cuenta con un proceso establecido que asegure realizar espacios de diálogo entre actores clave relacionados con el cambio climático?	0: No se encuentra evidencia del establecimiento de un proceso formal que habilite realizar espacios de diálogo entre actores clave. 1: Se identifica evidencia de coordinación para realizar espacios de diálogo entre actores clave relacionados con el cambio climático o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Se encuentra un proceso formal establecido para realizar espacios de diálogo entre actores clave.
	¿Se identifican experiencias de ejecución de espacios de diálogo entre actores clave relacionados con el cambio climático?	0: No hay evidencia de realización de espacios de diálogo entre actores clave relacionados con el cambio climático. 1: Hay evidencia de realización de al menos un espacio de diálogo entre actores clave relacionados con el cambio climático. 2: Hay evidencia de realización de espacios de diálogo sostenidos entre actores clave relacionados con el cambio climático.

Ciclo de ambición		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Contribuciones determinadas a nivel nacional		
Metas e indicadores	0: La CDN cuenta únicamente con políticas y medidas. 1: La CDN cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ e. 2: La CDN cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ que cubre toda la economía. 3: La CDN cuenta con una meta con cuantificada con una trayectoria o presupuesto multianual consistente con el Acuerdo de París.	0: La CDN cuenta únicamente con políticas y medidas. 1: La CDN cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ e. 2: La CDN cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ que cubre toda la economía. 3: La CDN cuenta con una meta con cuantificada con una trayectoria o presupuesto multianual consistente con el Acuerdo de París.
	¿Hay evidencia del vínculo entre la CDN y la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: No hay evidencia de vínculo. 1: Hay una mención de vínculo con la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones. 2: Hay coherencia entre las metas.
	¿La CDN cuenta con indicadores definidos para implementar y cumplir las metas?	0: No hay indicadores definidos. 1: Hay indicadores definidos. 2: Se cuenta con línea base y definición metodológica de los indicadores.
Gobernanza	¿Existe un esquema de gobernanza para el seguimiento de la CDN?	0: No hay evidencia.

Ciclo de ambición		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Contribuciones determinadas a nivel nacional		
		1: Hay evidencia de coordinación informal, o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
	¿Existe un esquema de gobernanza para implementar la CDN?	0: No hay evidencia. 1: Hay evidencia de coordinación informal, o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
Análisis para informar el proceso	¿Hay evidencia de que el componente de mitigación de la CDN se basó en información cualitativa y cuantitativa de alta calidad para su diseño?	0: No hay evidencia del uso de información especializada. 1: Hay evidencia del uso ocasional de información especializada. 2: Hay evidencia del uso sistemático de información especializada.
	¿Hay evidencia de algún proceso para asegurar la incorporación/ generación de insumos técnicos en el proceso de la CDN?	0: No hay evidencia del establecimiento de procesos. 1: Hay evidencia inicial del establecimiento de procesos. 2: Hay evidencia de procesos maduros.
	¿Se cuenta con un esquema de gobernanza para asegurar una participación amplia e inclusiva en el proceso de la CDN?	0: No hay evidencia. 1: Hay evidencia de coordinación informal o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
Integración de desarrollo sostenible	¿En la CDN se considera incorporar desarrollo sostenible?	0: No hay evidencia. 1: Se menciona incorporar desarrollo sostenible. 2: Hay metas o actividades específicas relacionadas con desarrollo sostenible.
Comparabilidad	¿La CDN incluye el Anexo ICTU?	0: No se incluye el anexo ICTU 1: Se incluye el anexo ICTU incompleto 2: Se incluye el anexo ICTU completo
	¿La CDN especifica la intención de participar en mercados?	0: La CDN no menciona mercados. 1: La CDN indica que el país tiene intención de participar en mercados. 2: La CDN indica como la participación en mercados apoya al cumplimiento de las metas.
Integración de agricultura	¿El sector agropecuario está incluido dentro del alcance sectorial de la CDN?	0: La CDN no incluye el sector agropecuario. 1: La CDN incluye el sector agropecuario en la meta general. 2: La CDN incluye el sector agropecuario con una meta específica de emisiones.
	¿Se detallan acciones específicas para el sector agropecuario en la CDN?	0: La CDN no incluye acciones específicas para el sector agropecuario. 1: La CDN incluye acciones específicas, pero no con suficiente detalle para definir adicionalidad o líneas base.

Ciclo de ambición		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Contribuciones determinadas a nivel nacional		
		2: La CDN incluye acciones específicas con suficiente detalle para definir adicionalidad o líneas base.
Estrategias de desarrollo de largo plazo bajo en emisiones		
Metas e indicadores	¿La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con una meta cuantificada? ¿La meta está cuantificada en CO ₂ e? ¿La meta está relacionada con una trayectoria alineada con las metas de largo plazo del Acuerdo de París?	0: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con una meta cualitativa o no incluye una meta específica. 1: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ e. 2: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con una meta cuantificada en CO ₂ que cubre toda la economía. 3: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con una meta con cuantificada con una trayectoria consistente con el Acuerdo de París.
	¿La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones cuenta con indicadores definidos para implementar y cumplir las metas?	0: No hay indicadores definidos. 1: Hay indicadores definidos. 2: Se cuenta con línea base y definición metodológica de los indicadores.
Gobernanza	¿Existe un esquema de gobernanza para el seguimiento de la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: No hay evidencia. 1: Hay evidencia de coordinación informal, o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
	¿Existe un esquema de gobernanza para implementar la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: No hay evidencia. 1: Hay evidencia de coordinación informal o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
	¿Existe un esquema de gobernanza para actualizar la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: No hay evidencia. 1: Hay evidencia de coordinación informal o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
Análisis para informar el proceso	¿Hay evidencia de que la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones se basó en información cualitativa y cuantitativa de alta calidad para su diseño?	0: No hay evidencia del uso de información especializada. 1: Hay evidencia del uso ocasional de información especializada. 2: Hay evidencia del uso sistemático de información especializada.
	¿Hay evidencia de algún proceso para asegurar la incorporación/generación de insumos técnicos en el proceso de la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: No hay evidencia del establecimiento de procesos. 1: Hay evidencia inicial del establecimiento de procesos. 2: Hay evidencia de procesos maduros.
	¿Se cuenta con un esquema de gobernanza para asegurar una participación amplia e inclusiva en el	0: No hay evidencia.

Ciclo de ambición		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Contribuciones determinadas a nivel nacional		
	proceso de la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	1: Hay evidencia de coordinación informal, o una meta específica para establecer dicha gobernanza. 2: Instancia en operación.
Integración de desarrollo sostenible	¿En la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones se considera incorporar desarrollo sostenible?	0: No hay evidencia. 1: Hay mención de incorporar desarrollo sostenible. 2: Hay metas o actividades específicas relacionadas con desarrollo sostenible.
Integración de agricultura	¿Se incluye el sector agropecuario dentro del alcance sectorial de la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones no incluye el sector agropecuario. 1: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones incluye el sector agropecuario. 2: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones incluye el sector agropecuario con una meta específica de emisiones.
	¿Se detallan acciones específicas para el sector agropecuario en la estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones?	0: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones no incluye acciones específicas para el sector agropecuario. 1: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones incluye acciones específicas, pero no con suficiente detalle para definir adicionalidad o líneas base. 2: La estrategia de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones incluye acciones específicas con suficiente detalle para informar el análisis de adicionalidad o líneas base.

Transparencia		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Gestión de datos	¿Se cuenta con un esquema de gobernanza para manejar los datos relacionados con el cambio climático?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con el manejo de datos. 1: Se identifican evidencia de coordinación. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida.
	¿Se cuenta con un proceso que facilite documentar y archivar datos clave relacionados con el cambio climático?	0: No se encuentra evidencia de un proceso para facilitar la documentación y archivo de datos. 1: Se identifica evidencia de un proceso de documentación y archivo de datos clave. 2: Se encuentra evidencia de un proceso sistemático para facilitar la documentación y archivo de datos clave.
	¿Se cuentan con procesos de gestión y aseguramiento de la calidad para datos clave relacionados con el cambio climático?	0: No se cuenta con evidencia de procesos de gestión de calidad. 1: Se cuenta con un proceso operativo para los datos del Inventario nacional de GEI.

Transparencia		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Compilación y presentación de reportes	¿Se cuenta con un sistema de información que apoye la gestión de datos relacionados con el cambio climático?	2: Se cuenta con un proceso operativo para datos clave relacionados con el cambio climático. 0: No se identifica información sobre el establecimiento de sistemas de información. 1: Se identifica evidencia de procesos iniciales para el diseño de un sistema de información que apoye la gestión de datos. 2: Se encuentra evidencia del funcionamiento de un sistema de información que apoya la gestión de datos.
	¿Se cuenta con una estructura de gobernanza para compilar los reportes clave ante la CMNUCC?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con la compilación y presentación de reportes. 1: Se identifica evidencia de coordinación. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida.
	¿Se ha presentado un informe bienal de transparencia?	0: No se ha presentado un informe bienal de transparencia. 1: Se ha presentado un informe bienal de transparencia.
	¿Se han presentado reportes del inventario nacional de GEI?	0: No, solamente se han incluido los resultados del inventario nacional de GEI como un capítulo de otros reportes. 1: Sí, pero el año de reporte del último inventario nacional de GEI es mayor a tres años del año de presentación del reporte. 2: Sí y el año de reporte del último inventario nacional de GEI es igual a tres años del año de presentación del reporte.
	¿Se ha reportado alguna información relacionada con el artículo 6 ante la CMNCC?	0: No se ha presentado información. 1: Se encuentra información reportada en la plataforma de reporte oficial.
Estimación de GEI	¿Se cuenta con un esquema de gobernanza para compilar el inventario nacional de GEI?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con el inventario nacional de GEI. 1: Se identifica evidencia de coordinación. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida.
	¿Se utilizan las guías del IPCC 2006 para calcular el último reporte del inventario disponible?	0: Se utilizan guías anteriores a las IPCC 2006 para calcular el último inventario o no hay claridad sobre las guías usadas. 1: Hay evidencia de que se utilizan las guías del IPCC 2006 para calcular el último reporte de inventario disponible.
	¿Se utilizan los potenciales de calentamiento global del quinto reporte del IPCC?	0: Se utilizan potenciales de calentamiento global anteriores a los del quinto reporte del IPCC o no se indican los potenciales de calentamiento global usados. 1: Hay evidencia de que se utilizan los potenciales de calentamiento global del quinto reporte del IPCC o más recientes.
	¿Se reportan los siete GEI principales?	0: No se tiene claridad de los gases reportados o son menos de los tres descritos en el siguiente criterio. 1: Se reportan al menos CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O. 2: Se reportan CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆ y NF ₃ .
	¿Se cuenta con una serie de tiempo empezando desde 1990?	0: No se cuenta con una serie de tiempo disponible. 1: Sí, pero no es comparable en términos metodológicos o no es consistente. 2: Sí, hay información consistente desde 1990.

Transparencia		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
	¿Se cuenta con arreglos institucionales que faciliten el cálculo de emisiones del sector agrícola?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con la compilación del sector agricultura del inventario nacional de GEI. 1: Se identifica evidencia de coordinación para la compilación del sector agricultura. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida para la compilación del sector agricultura.
	¿Dentro de la identificación de las categorías clave del último reporte de inventario se incluyen categorías relacionadas con el sector agrícola?	0: No se encuentra información desagregada sobre las categorías clave identificadas en el último inventario nacional de GEI. 1: Se identifica que una o más categorías del sector agrícola es parte de las categorías clave identificadas por nivel o por tendencia. 2: No se identifica que ninguna categoría del sector agricultura sea una categoría clave del inventario nacional de GEI.
	¿Cuál es el nivel metodológico de las categorías clave relacionadas con el sector agricultura?	0: No se identifica información sobre el nivel metodológico de las categorías clave del sector agricultura. 1: Se identifica el uso del nivel 1. 2: Se identifica el uso de una mezcla de los niveles 1 y 2.
Seguimiento de acciones de mitigación	¿Se cuenta con un esquema de gobernanza para el seguimiento de las acciones de mitigación?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza para el seguimiento de las acciones de mitigación. 1: Se identifica evidencia desarticulada para el seguimiento de las acciones de mitigación. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida para el seguimiento de las acciones de mitigación.
	¿Se cuenta con una lista documentada con las principales acciones de mitigación del país?	0: No se identifica una lista que documente las principales acciones de mitigación. 1: Se cuenta con documentación de las principales acciones de mitigación. 2: Se cuenta con documentación sistemática de los impactos en mitigación de las principales acciones. 3: Se cuenta con documentación sistemática de los impactos en mitigación e indicadores de seguimiento de las principales acciones de mitigación.
	¿Se cuenta con evidencia de la implementación de un proceso de seguimiento de acciones de mitigación clave?	0: No se identifica evidencia del seguimiento de acciones de mitigación. 1: Se identifica evidencia de al menos una acción de mitigación de la que se haya documentado su avance. 2: Se identifica evidencia de la operación de un proceso sistemático para el seguimiento de acciones de mitigación clave.
	¿Se cuenta con arreglos que faciliten la gestión de las principales acciones de mitigación del sector agricultura?	0: No se encuentra evidencia de arreglos institucionales para facilitar la gestión de las acciones de mitigación relacionadas con agricultura. 1: Se identifican esfuerzos de coordinación para el seguimiento de las acciones de mitigación. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida para la gestión de las acciones de mitigación en el sector agricultura.
	¿Se cuentan con acciones de mitigación dentro del sector agricultura documentadas?	0: No se identifican acciones de mitigación documentadas del sector agricultura.

Transparencia		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
		1: Se cuenta con una documentación inicial de las principales acciones de mitigación del sector agricultura. 2: Se cuenta con documentación de los impactos en mitigación de las principales acciones en el sector agricultura. 3: Se cuenta con documentación sistemática de los impactos en mitigación e indicadores de seguimiento de las principales acciones de mitigación del sector agricultura.
Registros para mercados de carbono	¿Se cuenta con un proceso para el seguimiento de los proyectos que participen en mercados de carbono?	0: No hay evidencia de algún proceso para dar seguimiento a los proyectos que participen en mercados de carbono. 1: Hay evidencia de la definición de un proceso de seguimiento. 2: Hay evidencia de un proceso de seguimiento operativo.
	¿Se cuenta con un esquema de coordinación para compilar reportes clave relacionados con los mercados de carbono y el artículo 6?	0: No hay evidencia de algún esquema de coordinación para compilar reportes de los mercados de carbono y el artículo 6. 1: Hay evidencia de la definición de un esquema de coordinación para compilar reportes de los mercados de carbono y el artículo 6. 2: Hay evidencia de la operación de algún esquema de coordinación para compilar reportes de los mercados de carbono y el artículo 6.
	¿Se cuenta con un registro funcional para dar seguimiento a las operaciones de los proyectos que participen en mercados de carbono?	0: No hay evidencia de un registro relacionado con mercados de carbono. 1: Hay evidencia de esfuerzos iniciales para establecer un registro relacionado con mercados de carbono. 2: Hay evidencia de un registro funcional relacionado con mercados de carbono. 3: Hay evidencia de un registro funcional e interoperable relacionado con mercados de carbono.
Análisis cuantitativos y cualitativos	¿Se cuenta con esquemas de coordinación para la creación y sostenibilidad de análisis que informen la creación de políticas basadas en datos?	0: No hay evidencia de algún esquema de coordinación para la creación y sostenibilidad de análisis que informen la creación de políticas basadas en datos. 1: Hay evidencia de la definición de un esquema de coordinación para la creación y sostenibilidad de análisis que informen la creación de políticas basadas en datos. 2: Hay evidencia de la operación de algún esquema de coordinación para la creación y sostenibilidad de análisis que informen la creación de políticas basadas en datos.
	¿Se han desarrollado análisis cuantitativos o cualitativos para informar el desarrollo de políticas clave de cambio climático?	0: No hay evidencia del uso de análisis cualitativos o cuantitativos para informar el desarrollo de políticas clave de cambio climático. 1: Hay evidencia del uso de análisis cualitativos o cuantitativos para informar el desarrollo de al menos una política clave de cambio climático. 2: Hay evidencia del uso de análisis cualitativos o cuantitativos para informar el desarrollo de más de una política clave de cambio climático.

Mercados		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
Estrategia	¿Hay una estrategia para participar en esquemas de créditos de carbono o similar publicada?	0: No hay una estrategia para participar en esquemas de créditos de carbono. 1: Hay una meta explícita de crear una estrategia para participar en esquemas de créditos de carbono. 2: Hay una estrategia para participar en esquemas de créditos de carbono.
	¿Hay evidencia de gobernanza relacionada con el mantenimiento o implementación de la estrategia?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con el mantenimiento o implementación de la estrategia. 1: Se identifica evidencia de gobernanza parcial o en proceso. 2: Se encuentra una estructura de gobernanza establecida.
Operativización	¿Hay evidencia de gobernanza para mercados locales de créditos de carbono?	0: No se encuentra evidencia de gobernanza relacionada con un esquema local de créditos de carbono. 1: Se identifica evidencia del proceso para establecer un esquema local de créditos de carbono. 2: Se encuentra evidencia de un esquema local de créditos de carbono en operación.
	¿Hay evidencia de regulación técnica para esquemas de créditos de carbono (LoA, CA, CP, entre otros)?	0: No se encuentra evidencia de regulación técnica de mercados. 1: Se identifica evidencia de regulación publicada. 2: Se identifica un marco de regulación técnica completo.
	¿El país ha comunicado una autoridad nacional designada para el mecanismo de desarrollo limpio?	0: No 1: Sí
	¿El país ha comunicado una autoridad nacional designada para el Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París?	0: No 1: Sí
	¿Hay organismos validadores/verificadores acreditados con la ISO 14065 en el país?	0: No se identificaron organismos validadores/verificadores acreditados con la ISO 14065. 1: Se identifica un organismo validador/verificador acreditado con la ISO 14065. 2: Se identifican varios organismos validadores/verificadores acreditados con la ISO 14065.
Experiencia	¿El país es anfitrión de proyectos de mecanismo de desarrollo limpio?	0: No 1: Sí
	¿Cuántos proyectos hay registrados?	
	¿Cuándo inició el más reciente?	
	¿Hay proyectos registrados en el sector agropecuario?	0: No hay proyectos en el sector agropecuario. 1: Hay proyectos registrados en el sector agropecuario.
	¿El país es parte del mecanismo conjunto de coordinación?	0: No 1: Sí

Mercados		
Tema	Aspecto de evaluación	Criterios de calificación
	¿Cuántos proyectos hay registrados?	
	¿Cuándo inició el más reciente?	
	¿Hay proyectos registrados en el sector agropecuario?	0: No hay proyectos en el sector agropecuario. 1: Hay proyectos registrados en el sector agropecuario.
	¿El país tiene una estrategia para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo?	0: No 1: Sí
	¿Hay transacciones para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo reportadas ante la CMNUCC?	0: No 1: Sí
	¿Cuánto se ha transado?	
	¿Cuándo fue la transacción más reciente?	
	¿El país es anfitrión de proyectos VCS?	0: No 1: Sí
	¿Cuántos proyectos hay registrados?	
	¿Cuándo inició el más reciente?	
	¿Hay proyectos registrados en el sector agropecuario?	0: No hay proyectos en el sector agropecuario. 1: Hay proyectos registrados en el sector agropecuario.
	¿El país es anfitrión de proyectos GS?	0: No 1: Sí
	¿Cuántos proyectos hay registrados?	
	¿Cuándo inició el más reciente?	
	¿Hay proyectos registrados en el sector agropecuario?	0: No hay proyectos en el sector agropecuario. 1: Hay proyectos registrados en el sector agropecuario.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024). *Integrated assessment for article 6: the IAA6 approach. Briefing*. <https://unepccc.org/wp-content/uploads/2023/07/briefing-iaa6-approach-nov2024.pdf>

El objetivo de este estudio es explorar la pertinencia y la utilidad de los instrumentos de precio al carbono, especialmente los créditos de carbono, como mecanismos de acceso a financiamiento climático para el sector agropecuario en los países que componen el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).

El estudio se estructura de la siguiente manera. En la primera sección se analizan los mercados de carbono y su relevancia para el sector agropecuario. En la segunda sección se presentan oportunidades para aprovechar los instrumentos de precio al carbono en el sector, así como necesidades de fortalecimiento de las capacidades institucionales técnicas, operativas, políticas y prospectivas. Finalmente, se concluye con algunas reflexiones para promover un uso sostenible e inclusivo de estos instrumentos y aprovechar las oportunidades de integración regional.