

Categoría de Ficha	Medidas Relacionadas	Estándares Internacionales relacionados con la medida	Plazo de Implementación
<p>Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático</p> <p>B</p>	<p>1 Fertilización según análisis de suelo 2 Abonos orgánicos líquidos y sólidos 3 Reincorporación de MO al suelo 6 Cobertura vegetal viva 7 Labranza mínima del suelo 13 Uso de datos meteorológicos 14 Sustitución de refrigerantes según PCG 15 Fuentes de energía renovable y alternativa 18 Recuperación de hábitats naturales degradados 20 Reservorios de biodiversidad 21 Establecimiento de sistemas forestales con especies nativas 28 Gestión de residuos sólidos (dirigido al plástico) 29 Sensibilización en temas medioambientales</p>	<p>Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3 Requisitos: 6.9.1</p> <p>ISO14064-1:2018 Cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de GEI a nivel de organización. Requisitos: toda la norma.</p> <p>ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Requisitos: 6.1.2 y 8.1</p>	   <p>Hasta 3 años</p>

**giz**  
Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

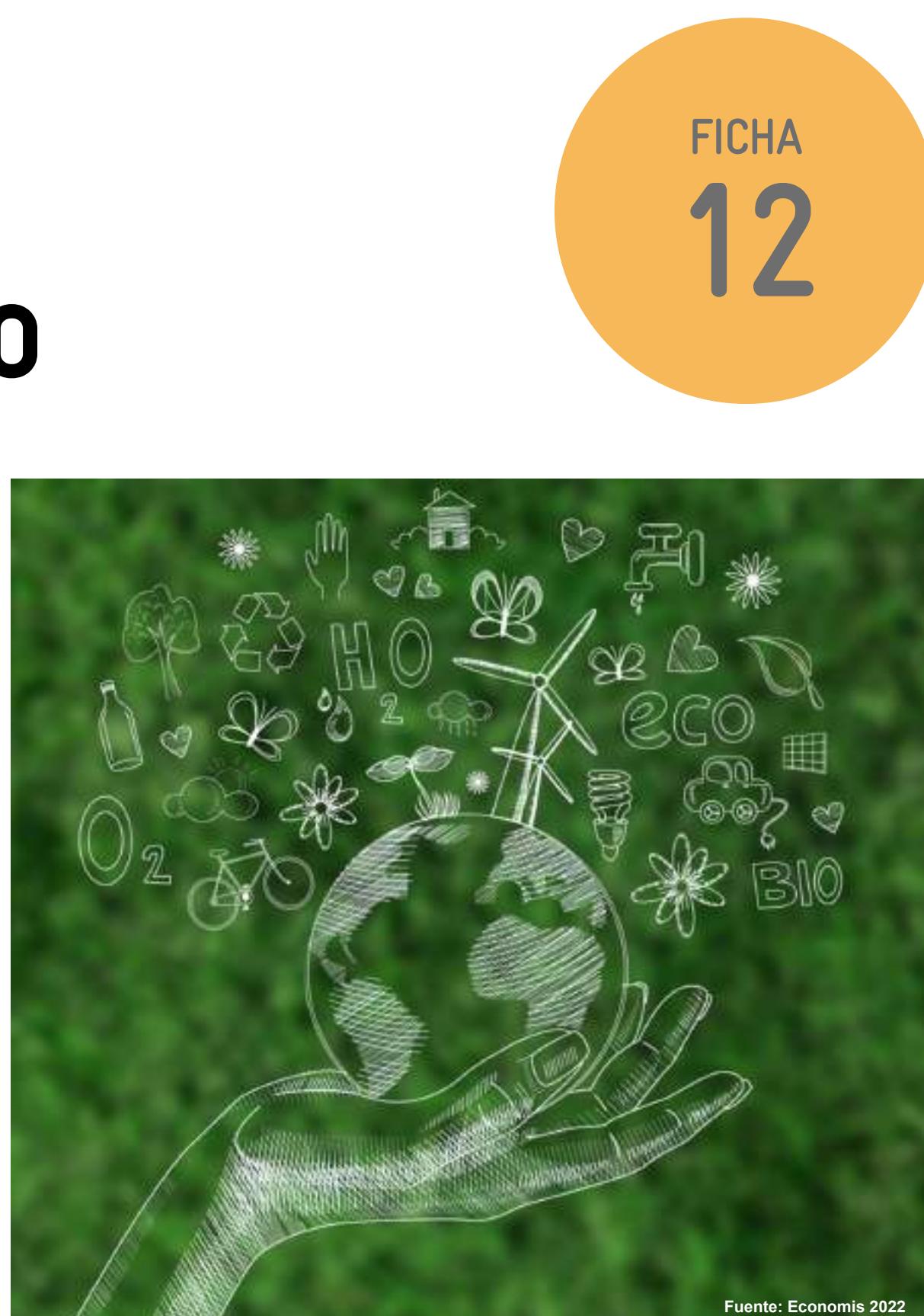
GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de  
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

# Estimación de huella de carbono

## Descripción de la medida

Junto a las naciones, las organizaciones tienen sobre sus espaldas la responsabilidad de disminuir la cantidad de gases de efecto invernadero<sup>1</sup> atribuibles a sus actividades, lo que puede aportar de manera significativa a la reducción de emisiones globales. Sólo un centenar de las grandes compañías de todo el mundo son responsables del 71% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero generadas desde 1998<sup>2</sup>.

Una de las alternativas de mitigación que puede ejecutar una organización corresponde a la cuantificación y reducción de su “huella de carbono”. Este concepto ha sido utilizado globalmente como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO<sub>2</sub> equivalente, y que sirve como una herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que contribuyen a aumentar las emisiones y cómo poder mejorárlas y realizar un uso más eficiente de los recursos<sup>3</sup>.



Fuente: Economis 2022

<sup>1</sup> Los GEI, incluyen: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>), clorofluorocarbonos (CFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

<sup>2</sup> ¿Qué puede hacer una empresa para frenar el cambio climático? [Revista Haz. 2021](#).

<sup>3</sup> Huella de Carbono. [Chile. Ministerio del Medio Ambiente. 2017](#)

En el plano organizacional, la huella de carbono es usada como sinónimo del inventario de gases de efecto invernadero y se refiere a la suma de emisiones<sup>4</sup> y remociones<sup>5</sup> que una entidad genera en un periodo de tiempo especificado (regularmente de forma anual) y bajo límites debidamente establecidos. El énfasis bajo este modelo se da en la cuantificación y seguimiento de emisiones que son controladas por la organización declarante<sup>6</sup>, así como la inclusión de operaciones no controladas que cuentan con relevancia o significancia alta con relación al aporte de gases de efecto invernadero. Esto podría incluir la cuantificación de emisiones en operaciones controladas por las fincas tales como el uso de combustible para maquinaria agrícola propia, la aplicación de fertilizantes nitrogenados en áreas de cultivo, la gestión de aguas residuales derivadas del proceso de empaque de fruta, entre otras.



Asimismo la incorporación de operaciones no controladas pero que se presume podrían tener impactos significativos en función de los GEI, por ejemplo, el combustible utilizado para la fumigación aérea, el traslado de producto final de forma marítima, el transporte de agroquímicos desde su punto de venta u otras (Ver figura 1).



Figura 1. Ejemplo de procesos típicamente considerados dentro de un inventario de GEI de una finca bananera.

Para estos efectos ya se cuenta con normativa técnica desarrollada, la cual ha pasado por procesos de reconocimiento, consenso y aprobación internacional. Esta aporta requisitos y orientación específica para elaborar un inventario de gases de efecto invernadero bajo un alcance organizacional. En este punto nos referimos a la norma técnica ISO 14064-1:2018 “Especificación con orientación a nivel de organizaciones para la cuantificación e informe de emisiones y remociones de GEI”, publicada por parte del Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés). Los requisitos de esta norma técnica incluyen la determinación de los límites del estudio, la identificación de las fuentes que generan y los sumideros que remueven GEI, la recopilación de datos del inventario y el cálculo de las emisiones y remociones de GEI. Sin embargo, el conocer el grado de impacto que generan las actividades de una finca no es suficiente para incidir plena y directamente sobre la cantidad de gases de efecto invernadero, siendo necesaria la planificación e implementación de acciones para reducir las emisiones cuantificadas.

Las normas técnicas PAS 2060<sup>7</sup> e INTE B5<sup>8</sup> han sido utilizadas en diferentes regiones para incorporar aspectos de planificación e implementación de reducciones, así como la adquisición de compensaciones para alcanzar la Carbono Neutralidad. Estas integran requisitos de las normas anteriormente referenciadas para la elaboración de inventarios de GEI con requisitos adicionales para la disminución de emisiones, creando un vínculo entre la identificación de impactos y el planteamiento de medidas de mejora.

La FAO, por su parte ha realizado esfuerzos en el desarrollo de herramientas para la medición de la huella de carbono y agua ([CWF 2.0](#)) con el objetivo de apoyar a organizaciones de personas productoras en los cálculos de sus inventarios y en la creación de informes de sus huellas de carbono y agua. Es claro que los procesos de cuantificación de emisiones y remociones de GEI y el emprendimiento de acciones de reducción de emisiones y aumento de remociones, constituyen medios para disminuir la presión sobre las concentraciones de GEI en la atmósfera, contribuyendo en el control del aumento en la temperatura media del planeta.

## Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Reducción de emisiones de GEI: la gestión de emisiones apegada a normativas internacionales, solicita el establecimiento de acciones para su disminución, siendo un mecanismo de mitigación ante el cambio climático.
- Mejora en las condiciones de suelo y ecosistemas terrestres: la implementación de prácticas para aumentar el carbono orgánico en suelo, así como las reservas de carbono forestal, permiten reforzar la importancia de tales sistemas, trayendo consigo otros beneficios paralelos a nivel de biodiversidad y riqueza edáfica.
- Reducción de otros impactos ambientales: si bien el enfoque de esta medida se centra en la gestión de GEI, las prácticas de reducción en ciertos procesos permiten atenuar otros impactos ambientales adicionales, por ejemplo: el agotamiento a la capa de ozono y el agotamiento de recursos naturales, entre otros.

<sup>4</sup> Una emisión se refiere a la liberación de un gas de efecto invernadero a la atmósfera. Procesos tales como la aplicación de fertilizantes nitrogenados o la combustión fósil constituyen fuentes que liberan emisiones.

<sup>5</sup> Una remoción se refiere al retiro de un gas de efecto invernadero de la atmósfera por medio de procesos específicos. Sumideros tales como el suelo y el bosque permiten remover emisiones de CO<sub>2</sub> y almacenar el carbono en sus componentes.

<sup>6</sup> Huella de carbono organizacional y de producto: ¿son lo mismo? [CEGESTI, 2013](#).

<sup>7</sup> [PAS 2060](#). Specification for the demonstration of carbon neutrality. Publicada por British Standards Institution.

<sup>8</sup> [INTE B5:2021](#). Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos. Publicada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.

Beneficios para la persona productora:

- Reducción de costos: la búsqueda continua de acciones de reducción de emisiones se vincula de forma directa con los costos operativos. Acciones tales como el uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados, combustibles fósiles, entre otros, constituyen medidas que optimizan los recursos económicos asignados a tales procesos.
- Apertura de mercados a nivel internacional: cada vez son más los clientes que incorporan dentro de sus requisitos elementos de gestión ambiental, siendo los relacionados con cambio climático comúnmente una prioridad debido al contexto mundial de esta problemática.
- Mejora en la imagen corporativa: aquellas organizaciones que tomen acciones tempranas son reconocidas a nivel de mercado, sobresaliendo de aquellas que no han emprendido acciones en esta línea.
- Acceso a incentivos para el desarrollo de productos y procesos bajos en emisiones de GEI, así como acceso a mercados de carbono para compensación de emisiones.
- Cumplimiento de requisitos y regulaciones nacionales, así como normas internacionales.

## Metodología de implementación de la medida

Para la estimación de la huella de carbono, la persona productora debe considerar la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI, para lo cual debe definir el alcance del estudio, la identificación de las fuentes de emisión asociadas con las operaciones de la finca (tanto aquellas controladas como las no controladas por ésta), la selección de metodologías de cálculo, la búsqueda de los datos necesarios, el cálculo de emisiones para cada fuente y el reporte de los resultados obtenidos para el año de estudio. Considerando también, los sumideros que tienen capacidad de remover emisiones, tal como los bosques presentes en la finca, así como los incrementos de carbono orgánico en suelo.

Por otro lado, las normas técnicas relacionadas con la Carbono Neutralidad son de gran ayuda ya que incorporan requisitos de planificación y ejecución de actividades de reducción de emisiones. Este ejercicio se realiza de forma anual, en donde el periodo de inventario comprende 12 meses consecutivos. A continuación, se detalla cada uno de estos procesos:



### Paso 1. Establecer los límites del inventario de GEI

Hoy en día las organizaciones del sector agroindustrial cuentan con estructuras complejas a nivel corporativo, incluyendo en muchos de los casos más de una instalación dentro de un país o inclusive operaciones en varios países alrededor del mundo. Dado lo anterior, es necesario definir en primera instancia cuál o cuáles instalaciones serán consideradas dentro del alcance del inventario de GEI. La amplitud en la definición de este alcance dependerá directamente de los objetivos que la organización se ha trazado al respecto.

De esta forma, si el objetivo de la gestión de emisiones de GEI ha sido establecido a **nivel de finca**, los límites del estudio deberían ser consecuentes, delimitando núcleos por finca que abarquen tanto las operaciones de cultivo como empaque de fruta.

Una vez definido el alcance que será considerado dentro del estudio, es necesario seleccionar el **enfoque de consolidación**<sup>9</sup> que será utilizado para el inventario. Esto se refiere a la selección de un único método de tres posibles que brindan las normas técnicas:

- Participación correspondiente, se contabilizan las emisiones según el porcentaje de propiedad de la organización que informa (conocido como cuota de participación).
- Control operacional, se contabilizan las emisiones sobre las cuales la organización posee la capacidad o habilidad para gobernar el proceso de toma de decisiones por medio de la selección de políticas operativas.
- Control financiero, se contabilizan las emisiones sobre las cuales la organización posee la capacidad o habilidad para gobernar el proceso de toma de decisiones por medio de la selección de políticas financieras.

La aplicación de uno de estos tres enfoques permitirá clasificar las fuentes de emisión en dos grandes categorías: fuentes de emisión directas y fuentes de emisión indirectas, para posteriormente establecer cuántas emisiones deben reportarse con respecto al total cuantificado. Para lograr una correcta aplicación de este análisis la finca deberá preguntarse si se cuenta o no con el control pleno de la fuente de emisión bajo análisis, ya sea desde la perspectiva de propiedad (participación accionaria), operacional o financiera, dependiendo del enfoque seleccionado.

Históricamente ha sido ampliamente utilizado el enfoque de **control operacional**, debido a la claridad que representa para una finca conocer quién realiza y controla plenamente una operación generadora de emisiones, por lo que sugiere su uso.



### Paso 2. Identificar las fuentes y sumideros de GEI de la organización

Existe una amplia diversidad de procesos generadores de emisiones de gases de efecto invernadero asociados a la industria agroalimentaria. Actividades tales como el uso de combustibles fósiles, la aplicación de fertilizantes nitrogenados, la generación y tratamiento de aguas residuales, así como la gestión de residuos sólidos son sólo algunos ejemplos de fuentes de emisión de GEI que se podrían llegar a encontrar en este sector.

En este punto la finca debe realizar una identificación completa de las fuentes generadoras de emisiones, así como de los sumideros asociados a sus operaciones que remueven GEI. Esta identificación se realiza de manera integral considerando tanto las actividades propias como las no controladas por la finca, pues en esta primera instancia lo que se busca es conocer cuáles fuentes existen, para que posteriormente se pueda aplicar una clasificación según el grado de control que se tenga sobre ellas.

Diferentes orientaciones han sido publicadas internacionalmente para favorecer esta labor. Por ejemplo: el Anexo B de la norma ISO 14064-1:2018 brinda una lista exhaustiva de ejemplos de fuentes generadoras de GEI, mismo caso con el capítulo 8 del volumen 1 del Refinamiento a las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)<sup>10</sup>.

En la tabla 1 se presenta una lista de fuentes y sumideros comunes en las actividades de cultivo y procesamiento de piña y banano.

<sup>9</sup> Guía para la participación en el Programa País de Carbono Neutralidad. Dirección de Cambio Climático (DCC), 2018

<sup>10</sup> Disponible en la página web del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático "IPCC"

Fuentes de emisión típicas en el sector agrícola	Ejemplos de actividades
Combustibles fósiles para equipos móviles y fijos	Uso de gasolina, diésel, gas natural y gas LP en fuentes móviles tales como vehículos, maquinaria agrícola y equipos para el mantenimiento del cultivo, así como fuentes fijas como motores, plantas eléctricas y sistemas de bombeo. Uso de combustible para transporte de trabajadores, transporte de fruta de forma terrestre o marítima, transporte de insumos y materias primas, transporte de residuos, entre otros.
Combustión de biomasa sólida y líquida	Uso de leña para labores de cocina o industriales, así como el uso de biocombustibles líquidos en equipos móviles o fijos.
Uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos y orgánicos	Incluye tanto las presentaciones sólidas como líquidas, así como los fertilizantes sintéticos y orgánicos que cuentan con contenidos de Nitrógeno
Aplicación de cal	Carbonato de calcio y la cal dolomita
Aplicación de urea	Urea en estado puro, como la incorporada en mezclas de fertilizantes sintéticos
Elaboración y aplicación de compost	Abono orgánico sólido y líquido
Descomposición de materia orgánica en área de cultivo	Retorno del raquis de banano a las áreas de cultivo, así como la descomposición de los residuos del cultivo de piña (rastrojo) en sitio
Uso de animales para cría o labores en finca	Gestión del estiércol de los animales, así como a los procesos digestivos de éstos
Tratamiento, disposición de aguas residuales ordinarias	Aguas residuales descargadas en sistemas tales como tanques o fosas sépticas, letrinas, sistemas de tratamiento de aguas u otros
Tratamiento y disposición de aguas industriales	Aguas residuales derivadas de procesos de lavado de frutas u otros procesos industriales
Quemas controladas	Para el control de residuos o renovación de áreas de cultivo
Gases refrigerantes en equipos fijos	Uso en aires acondicionados, refrigeradoras, dispensadores de agua, cámaras de maduración de fruta u otros equipos
Gases refrigerantes en equipos móviles	Uso en vehículos, maquinaria y contenedores para transporte de fruta
Extintores con agentes generadores de GEI	Incluyendo aquellos con CO <sub>2</sub> o agentes limpios
Uso de aceites y grasas para lubricación	Utilizados en motores, rodamientos y vehículos
Uso de aceites de mezcla en motores de 2 tiempos	Utilizados como mezcla en motosierras, moto guadañas, entre otros
Uso de gases industriales para corte y soldadura	Uso de acetileno o dióxido de carbono
Uso de aerosoles con contenido de GEI	Aerosoles con propelente asociado a GEI para labores de mantenimiento
Renovaciones del cultivo	Pérdida de cobertura vegetal por renovación del cultivo

Labranza o trincheo del terreno	Pérdida de carbono en suelo producto de la aplicación de prácticas de labranza
Cambio de uso del suelo	Pérdida de cobertura vegetal por cambio de uso del suelo
Consumo de energía eléctrica	Para labores asociadas al procesamiento y suministro de oficinas, bodegas, entre otras.

Tabla 1. Ejemplos de fuentes de emisión y sumideros encontrados en el sector agroindustrial.

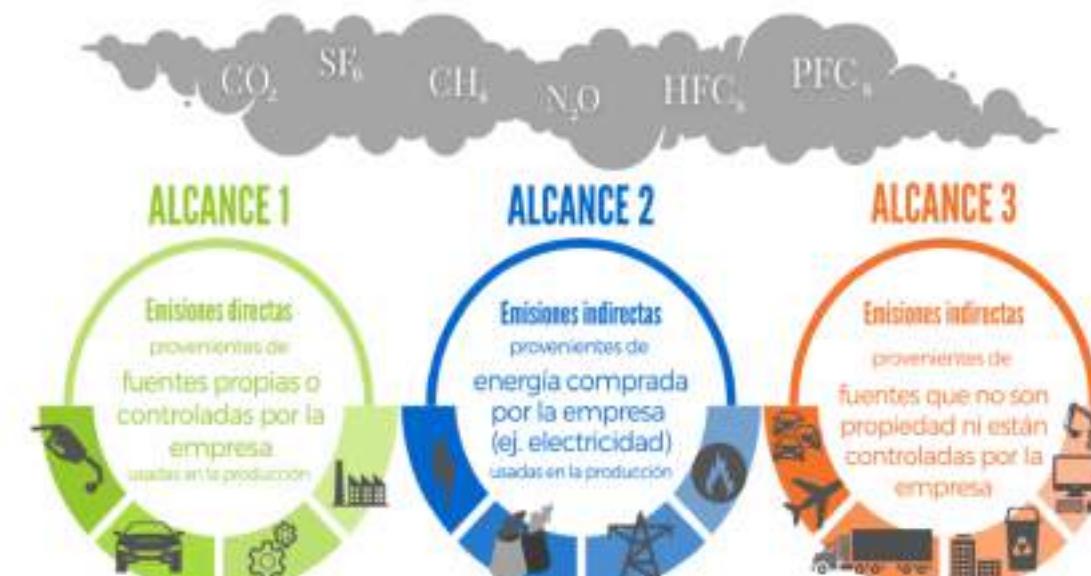
Sumideros típicos en sector agrícola	
Plantaciones forestales	
Bosques naturales	
Áreas en regeneración natural	
Carbono orgánico en suelo	



Finca Varcli, área boscosa, 2022

Una vez que la finca ha identificado las fuentes de emisión y los sumideros asociados a sus operaciones, la siguiente tarea consiste en clasificarlas entre dos categorías: **directas e indirectas**. Para llevar a la práctica esta tarea es necesario considerar el enfoque de consolidación que fue previamente definido. Por ende, en caso de que el enfoque de control operacional fuera el seleccionado, la finca debe entonces preguntarse si **¿se cuenta o no con el control operacional de cada una de las fuentes de emisión identificadas?** Si la respuesta a este análisis es afirmativa será entonces clasificada como fuente directa, mientras que, si la respuesta es negativa, la fuente se clasificará como indirecta.

Los sistemas productivos de banano y piña en Latinoamérica requieren de la participación de diferentes actores a lo largo de la cadena de valor, algunos con mayor o menor cercanía operativa con la finca en estudio.



Fuentes Directas e Indirectas. ASGREEN, 2021

Procesos tales como la fabricación y suministro de materias primas, la prestación de servicios de transporte de personal, materiales y producto final, los servicios de aplicación de agroquímicos y la prestación de servicios de mantenimiento son solo ejemplos de actividades realizadas comúnmente por terceras partes. Si bien la finca podría tener algún grado de influencia sobre estas operaciones, es poco común que se tenga un control pleno sobre tales actividades desde el punto de vista operativo o financiero, siendo potencialmente fuentes indirectas según los parámetros analizados.



## Paso 3. Recopilar los datos del inventario

Llegado a este punto la finca tendrá un listado de fuentes de emisión y sumideros relacionados con sus actividades, clasificados de forma directa o indirecta. La normativa existente solicita la **cuantificación obligatoria de las fuentes directas, así como las indirectas asociadas con el consumo de energía eléctrica**.

### a. Fuentes directas

Los datos que se recopilan para las fuentes directas suelen referir a las compras de combustible (cantidad de combustible adquirido y utilizado), cantidad de fertilizante, cal y urea aplicada en los cultivos, cantidad de productos químicos utilizados en la finca, cantidad de energía eléctrica consumida, cantidad de animales y tiempo de permanencia en finca, cantidad de personas y tiempo de permanencia (para asociarlo a la generación de aguas residuales), cantidad de residuos generados y reincorporados al suelo, entre otros.

A	B	C	D	E	F	G
10						
11						
12	Variable	Tipo de combustible	Unidades base	Enero	Febrero	Marzo
13	Vehículo liviano	Gasolina	litros	705,50	618,70	815,30
14	Vehículo Liviano	Diesel	litros	3763,90	3919,32	4433,84
15	Motobombas de riego	Diesel	litros	80636,114	68186,06	93695,46
16	Cabezales	Diesel	litros	157982,91	127042,018	108989,7
17	Cargadoras	Diesel	litros	36747,14	38482,6	32301,14
18	Cosechadoras	Diesel	litros	74966,894	70745,094	92449,281
19	Tractores APS	Diesel	litros	14787,32	13887,1	17668,48
20	Tractores levantamiento	Diesel	litros	39794,208	42791,8	41095,1
21	Tractores autovolteo	Diesel	litros	31955,72	26297,52	32125,58
22	Otro					
23	Otro					
24	<b>TOTAL</b>			<b>441339,7</b>	<b>391970,2</b>	<b>423573,5</b>
25						
26						
27						
28	Regresar a la portada					
29						
30						
31						

Información Factores emisión Combustibles Extintores R... +

Ejemplo de registro de inventario de GEI.

### b. Fuentes indirectas

Se incluyen aquellas fuentes indirectas que resulten significativas según criterios de valoración que debe establecer la misma finca. Entre los criterios se podría encontrar: la magnitud (previendo las fuentes y sumideros asumidos como sustanciales), el nivel de influencia por parte de la finca, la presencia de riesgos y oportunidades asociadas a cada fuente, orientaciones específicas del sector (emisiones consideradas como significativas por el sector agrícola en general), contratación externa y compromiso con el empleado.

A través del análisis de uno o varios de estos criterios, la finca podría concluir cuáles fuentes indirectas se catalogan como significativas, para ser incluidas dentro del inventario. Los datos que se recopilan para las fuentes de emisión indirecta, incluyen: el consumo de combustible para labores de fumigación aérea realizada por proveedores, el transporte terrestre del producto desde la finca al puerto de salida del país, la producción y transporte de cartón, el transporte marítimo del producto de exportación y la producción y transporte de agroquímicos son algunas de las fuentes de emisión indirecta que según experiencias a nivel mundial han sido determinadas como significativas para la operación<sup>11</sup>. Comúnmente los datos que se recopilan para estas fuentes corresponden a reportes de proveedores o clientes para lograr una estimación de emisiones asociadas.

### c. Sumideros

Con respecto a los sumideros presentes en finca, los datos comúnmente recopilados corresponden a las extensiones de terreno según tipo de cobertura forestal (para el caso de sumideros forestales), y a la extensión, características de densidad aparente y contenido de carbono en suelo (para el caso de la determinación de carbono orgánico en suelo).

Toda la información recopilada de las fuentes y sumideros explicados anteriormente, se consolidada en un registro de control digital, de forma tal que permita posteriormente incorporar las fórmulas de cálculo para determinar las emisiones de GEI.

## Paso 4. Calcular las emisiones y remociones de GEI

Los datos de actividad previamente recopilados en el inventario son utilizados en este punto para calcular su impacto en emisiones y remociones de GEI. Para lograr este cometido, el método de cálculo más práctico y utilizado a nivel mundial corresponde al uso de factores de emisión y remoción. Un factor de emisión o remoción se define como un coeficiente que relaciona los datos de la actividad con la emisión de GEI<sup>12</sup>. De esta forma, a través del uso de este tipo de coeficientes se puede conocer cuál es el impacto en emisiones de GEI asociado al consumo de energía eléctrica, aplicación de fertilizantes nitrogenados, consumo de combustible entre otros. En la figura 2 se muestra un ejemplo de aplicación para el cálculo de emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica.

La finca agrícola A ubicada en Colombia consume un total de 520500 kWh en el año 2019, producto de sus actividades en planta empacadora. Para calcular sus emisiones ha localizado un factor de emisión por consumo de energía eléctrica publicado por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) para el año en el que se está elaborando el inventario, siendo el valor de 0,166 kg CO<sub>2</sub>e/kWh.



Por lo tanto, el cálculo de emisiones sería el siguiente:

$$520\,500 \text{ kWh} * 0,166 \text{ kg CO}_2\text{e} / \text{kWh} = 86\,403 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Figura 2. Ejemplo de cálculo de emisiones por consumo eléctrico.

<sup>11</sup> Guía metodológica para la huella de carbono y la huella de agua en la producción bananera. FAO 2017.

<sup>12</sup> Norma ISO 2018

En la tabla 2 se detalla una lista de fuentes de información que pueden utilizarse para recopilar los factores de emisión necesarios para el cálculo.

Nombre	Tipo de información contenida
 Directrices del IPCC 2019	Factores de emisión y remoción para todos los sectores de actividad
 Greenhouse Gas Protocol	Herramientas de cálculo con factores de emisión para sectores transporte, industrial, refrigeración, entre otros.
 United States Environmental Protection Agency	Factores de emisión publicados para Estados Unidos y el resto del mundo, con aplicación para diversos sectores
 Department for Environment Food & Affairs (DEFRA)	Factores de emisión publicados para Reino Unido y el resto del mundo, con aplicación para diversos sectores
 Instituto Meteorológico Nacional (IMN)	Factores de emisión publicados para Costa Rica y el resto del mundo, con aplicación para diversos sectores. Incluye el factor de emisión de electricidad.
 Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)	Factores de emisión de electricidad para Colombia
 Operador Nacional de Electricidad CENACE	Factores de emisión de electricidad para Ecuador
 Consejo Nacional para el Cambio Climático	Factores de emisión de electricidad para República Dominicana

Tabla 2. Fuentes de información disponibles para la búsqueda de factores de emisión y remoción de GEI.

Por medio de la aplicación de los factores de emisión la finca obtendrá resultados de emisiones y remociones para cada gas de efecto invernadero cuantificado. Los resultados de un inventario de GEI deben expresarse en una unidad común: las toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO<sub>2</sub>e). Para lograr esto, cada resultado cuantificado por tipo de GEI debe multiplicarse por un coeficiente denominado potencial de calentamiento global, el cual relaciona el impacto en calentamiento de un gas con respecto al dióxido de carbono.

De esta manera es posible trasladar las emisiones cuantificadas para gases tales como metano y óxido nitroso en emisiones de dióxido de carbono equivalente. Los potenciales de calentamiento global son publicados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y se presentan a en la tabla 3 para los gases más comunes en la industria agroalimentaria:

Gas	Valor	Tipo	Referencia
CO <sub>2</sub>	1	-	IPCC AR5. 2014.
CH <sub>4</sub>	28	-	IPCC AR5. 2014.
N <sub>2</sub> O	265	-	IPCC AR5. 2014.
R134a	1300	HFC	IPCC AR5. 2014.
R22	1760	HCFC	IPCC AR5. 2014.
R410a	1924	HFC	The Climate Registry (AR5)

Tabla 3. Potenciales de calentamiento global comúnmente aplicados en la agroindustria.

La cuantificación de emisiones y remociones considerando tanto los factores de emisión como los potenciales de calentamiento global suele incorporarse dentro de una hoja de cálculo elaborada por la finca. Sin embargo, también se puede acceder a herramientas de medición elaboradas para este fin, como por ejemplo las desarrolladas por la FAO ([CWF 2.0](#)), que pueden ser utilizadas por las personas productoras para el cálculo de la Huella de Carbono y Agua.

## Paso 5. Planificar y ejecutar acciones de reducción de emisiones

El inventario de GEI de la finca permitirá conocer cuáles son las fuentes de emisión de mayor aporte al calentamiento global. Una vez que se cuenta con esta información se pueden planificar actividades para lograr una disminución de emisiones en las fuentes de mayor impacto.

Para esto se debe establecer un plan de gestión de reducciones el cuál debe incluir:

- El apoyo de la alta dirección dentro de la finca, para garantizar la asignación de recursos.
- Los objetivos de reducción.
- Definición de los recursos previstos para ejecutar las actividades.
- Descripción de las actividades a realizar.
- Definición de responsables de ejecutar las acciones.
- Indicadores de seguimiento.
- Fechas previstas para la ejecución de cada actividad.

Este plan se actualiza anualmente, acorde con las variaciones del inventario de GEI, procurando en todo momento la disminución de las fuentes de mayor magnitud. Una vez que las acciones de reducción son finalizadas, corresponde analizar los resultados obtenidos, documentando la metodología utilizada para calcular las reducciones de GEI y declarando la cantidad total de t CO<sub>2</sub>e reducidas para cada una de las acciones implementadas. Dentro del sector de producción de piña y banano se podrían emprender acciones de reducción tales como:

- Disminución en el uso de fertilizantes nitrogenados a partir de la aplicación de prácticas de agricultura de precisión (análisis de suelo como base para la elaboración de los planes de fertilización) y el uso de fertilizantes de liberación lenta.
- Sustitución de combustibles fósiles por tecnologías de menor impacto
- Aplicación de prácticas de eficiencia en motores y equipos dentro de las plantas empacadoras.
- Uso de refrigerantes naturales en sustitución de gases tipo HFC o HCFC<sup>13</sup>.
- Uso de drones para la fumigación aérea en sustitución del uso de aeronaves con combustible fósil, entre otros<sup>14</sup>

## Paso 6. Capacitar y entrenar al personal de la finca

Los talleres de entrenamiento, así como la consulta a entidades y expertos son actividades necesarias que facilitan la implementación de esta medida. Se sugiere la planificación y ejecución de las siguientes capacitaciones:

- Diseños de inventarios de gases de efecto invernadero.
- Construcción de herramientas para el cálculo de emisiones de GEI.
- Planificación y ejecución de acciones de reducción de emisiones de GEI.

<sup>13</sup> Ver ficha # 14 "Sustitución de refrigerantes según potencial de calentamiento global"

<sup>14</sup> Huella de carbono de la cadena de suministro del banano. [FAO. 2017](#).

## Indicadores de desempeño

- % de reducción anual de GEI en ton CO<sub>2</sub>e con respecto al primer año de inventario (año base).
- Kg CO<sub>2</sub>e/caja de banano/piña producida para comparaciones en la misma finca<sup>15</sup>
- Ahorro anual en \$ para las fuentes incluidas en el plan de reducción de emisiones.

## Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno*: personal capacitado para elaborar inventarios de GEI, planificar y ejecutar acciones de reducción de emisiones.

Referencia de Costos:

- Capacitación en normativa técnica, cuantificación y reporte de GEI. Rango de \$200 a \$400.
- Implementación de acciones de reducción: costo variable dependiendo de las acciones de reducción que se implementen.
- Tiempo para la elaborar el inventario de GEI y seguimiento anual, incluyendo la recopilación de datos y cálculo. Costo variable.

## Casos de éxito



Finca San Pablo (Compañía Internacional de Banano S.A., subsidiaria de CORBANA) se encuentra ubicada en Siquirres de Limón, Costa Rica. Esta finca fue fundada en 1968 y desde esa fecha se dedica a la actividad de cultivo y empaque de banano. Actualmente cuenta con 280,06 ha cultivadas y en ella laboran alrededor de 240 trabajadores de forma directa. La plantación está conformada por los cultivares Valery, Gran Enano y Williams.



Desde el año 2007 la finca ha desarrollado inventarios de gases efecto invernadero aplicando los criterios de la norma ISO 14064-1, mientras que desde el año 2013 ha formalizado la Carbono Neutralidad utilizando la norma INTE B5 (*vigentes a lo largo del tiempo*) para este objetivo, participando en el Programa País de Carbono Neutralidad de Costa Rica desde dicha fecha.

La finca cuantifica emisiones por el uso de combustible y lubricantes para equipos fijos y móviles, aplicación de fertilizantes nitrogenados, cal, materia orgánica y raquis al campo, refrigerantes en aires acondicionados de oficinas y vehículos, extintores de CO<sub>2</sub> y acetileno par uso en taller de finca, así como aguas residuales generadas por colaboradores

## Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

El cambio climático constituye un fenómeno de alta relevancia hoy en día debido a los impactos directos que genera sobre el entorno. Las organizaciones cuentan con la responsabilidad de aportar en la mitigación del cambio climático, identificando las fuentes de mayor aporte en la generación de emisiones de GEI y estableciendo medidas para la reducción de éstas.

Para formalizar este aspecto, existen lineamientos definidos a nivel internacional para la elaboración de un inventario de GEI y el planteamiento y ejecución de acciones de reducción. Se pretende que las fincas elaboren sus estudios para emprender seguimientos periódicos, gestionando de esta forma su impacto en esta temática y reduciendo costos relacionados.

y lavado de fruta. Se incluyen también fuentes indirectas tales como el consumo eléctrico, combustible para fumigación aérea, transporte de contenedores de fruta a puerto, transporte de personas, combustible para chapeas y gas para uso en fonda. Asimismo, la finca ha realizado estudios forestales para la cuantificación de remociones en una extensión de 35,15 ha de bosque.

A partir de la implementación de acciones de reducción tales como ajustes en los planes de fertilización, cambios en equipos e infraestructura eléctrica, modificaciones en los cables vías para la reducción del uso de equipos agrícolas e implementación de prácticas de eficiencia en el uso de combustibles, Finca San Pablo ha pasado de un inventario de GEI de 1.462 t CO<sub>2</sub>e en el 2007 a 720 t CO<sub>2</sub>e en el año 2012 (49% de reducción) manteniendo a la fecha este nivel de emisiones (año 2020/ 766t CO<sub>2</sub>e), siendo un ejemplo a nivel sectorial. Asimismo, han cuantificado un total de 352 t CO<sub>2</sub>e removidas en las áreas forestales propias para el año 2020.



<sup>15</sup> La comparación con otras fincas podría no ser válida, debido a las diferencias en los límites y fuentes de cada inventario).

## Referencias

- [2] ¿Qué puede hacer una empresa para frenar el cambio climático? <https://hazrevista.org/opinion/2021/11/que-puede-hacer-empresa-para-frenar-cambio-climatico/>
- [3] Huella de Carbono. Chile. <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- [6] Huella de carbono organizacional y de producto: ¿son lo mismo? CEGESTI Éxito Empresarial No. 239, 2013. [http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion\\_239\\_120813\\_es.pdf](http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_239_120813_es.pdf)
- [9] Guía para la participación en el Programa País de Carbono Neutralidad. <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/07/Guia-Carbono-Neutralidad-DCC-Parte-1.pdf>
- [11] Guía metodológica para la huella de carbono y la huella de agua en la producción bananera. Proyecto Acción Clima II. <https://www.fao.org/3/I8333ES/i8333es.pdf>
- [14] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Huella de carbono de la cadena de suministro del banano. <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/carbon-footprint/es/>

Otras consultas:

- Carbon footprint of a cavendish banana supply chain. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-013-0602-4>

- Fifth Assessment Report. [https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5.https://ar5-syr.ipcc.ch/resources/htmlpdf/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL/](https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5.https://ar5-syr.ipcc.ch/resources/htmlpdf/WG1AR5_Chapter08_FINAL/)
- Herramienta para la medición de las huellas de carbono y agua. Banana Industry Carbon & Water Footprint | FAO.org
- Huella de Carbono de la cadena de Suministro de Banano. i6842s.pdf (fao.org)
- Norma técnica INTE B5:2021. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Norma para demostrar la Carbono Neutralidad. Requisitos. | INTECO
- Norma técnica ISO 14064-1:2018. Gases de efecto invernadero – Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. International Organization for Standardization (ISO). 2018. ISO
- ISO 14064-1:2018 - Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
- PAS 2060:2014. Specification for the demonstration of carbon neutrality. <https://www.bsigroup.com/en-GB/pas-2060-carbon-neutrality/>