



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura

# Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña

Una guía para formadores



# **Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña**

**Una guía para formadores**

## Cita requerida:

FAO. 2024. *Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña: Una guía para formadores*. Roma.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

© FAO, 2024



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org). Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request). Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Fotografía de portada: © iStock

# Índice

<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>2</b>
<b>3. Público al que va dirigido</b>	<b>2</b>
<b>4. Documentación y herramientas</b>	<b>3</b>
Guía para formadores	3
Guía técnica	3
Vídeos introductorios	3
Set de diapositivas	4
<b>5. Recursos relacionados de la FAO</b>	<b>5</b>
<b>6. Desarrollo de un plan de formación</b>	<b>6</b>
<b>Anexo 1. Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña (diapositivas de introducción)</b>	<b>7</b>
<b>Anexo 2. Aprender a medir las huellas de carbono en la cadena de valor de la piña (diapositivas de formación práctica)</b>	<b>23</b>
<b>Anexo 3. Aprender a medir las huellas de agua en la cadena de valor de la piña (diapositivas de formación práctica)</b>	<b>36</b>

# Agradecimientos

Esta guía fue elaborada por la División de Mercados y Comercio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y es producto del proyecto “Crear cadenas de valor mundiales responsables en favor de la producción y el comercio sostenibles de frutas tropicales” (Proyecto de Frutas Responsables). El proyecto apoya a empresas, organizaciones de productores y agricultores, asociaciones comerciales, procesadores, empaques, exportadores e importadores del sector de la piña a ser más sostenibles y resilientes a las crisis.

Esta guía fue elaborada por Michael Riggs y Maria Hernández Lagana y, ambos del equipo del Proyecto de Frutas Responsables. El contenido de los Anexos 2 y 3 fue elaborado por Verónica Vargas Madrigal, Miguel Ángel Vallejo Solís y Ana Lorena Vallejo Chaverri en Gestarse S.A. bajo la dirección de la FAO. El documento se benefició de la orientación y el apoyo generales de Pascal Liu, Economista Principal y Jefe de Equipo de Cadenas de Valor Globales Responsables de la División de Mercados y Comercio.

Gracias a Laura del Castillo Buelga, Aymeline Main De Boissiere, Debora Piscitelli y Alejandro Schoor Gallardo por su apoyo general en la publicación de esta guía. Gracias a Jonathan Hallo, quien realizó el diseño gráfico del documento.

La elaboración de esta guía fue posible gracias al apoyo del Gobierno de Alemania.

# 1. Introducción

La guía técnica de la FAO, **Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña**, se desarrolló con el fin de apoyar a las empresas a ser más resilientes y sostenibles. El propósito de la guía es capacitar a los usuarios y darles las herramientas para que realicen sus propios cálculos de la huella de carbono y agua de manera autónoma. La guía tiene dos objetivos principales:

1. ofrecer a las empresas de la cadena de valor de la piña una metodología para estimar la huella de carbono de sus operaciones, que incluye la producción, empaque, procesamiento y transporte a puerto; y
2. brindar a las empresas de la cadena de valor de la piña una metodología para estimar la huella de su uso directo del agua, desde la producción hasta el transporte al puerto.

Actualmente, existe una demanda creciente por este tipo de información y, por lo tanto, una mayor necesidad de generar o mejorar la capacidad de desarrollar, analizar y planificar las operaciones a partir de este tipo de información. Los materiales que se describen a continuación se basan en la experiencia de la FAO referente a la mitigación del cambio climático, incluida la medición de las huellas del carbono y agua en **la cadena de suministro del banano** y otras cadenas de valor de frutas tropicales.

La FAO podría actualizar esta guía de formación eventualmente con base en la experiencia o a medida que evolucionan la tecnología o los conocimientos sobre el tema. Los comentarios y sugerencias para mejorar estos materiales de aprendizaje son bienvenidos en cualquier momento escribiendo a **[responsible-fruits@fao.org](mailto:responsible-fruits@fao.org)**.

## 2. Objetivo

**Esta guía para formadores** acompaña la guía técnica y otros materiales elaborados por el Proyecto de Frutas Responsables.

El objetivo de esta guía es ayudar a los formadores y otros usuarios a identificar los distintos materiales y herramientas disponibles para la capacitación sobre la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como del uso y la contaminación del agua. Mediante la medición de las huellas de carbono y agua, los productores y las empresas de la cadena de valor de la piña disponen de información que les permite volverse más eficientes, reducir costos, mejorar la resiliencia de sus operaciones, contribuir a la mitigación del cambio climático y gestionar mejor sus recursos hídricos.

## 3. Público al que va dirigido

Esta guía es un recurso para ayudar a los formadores y otras personas involucradas en el desarrollo de capacidades y orientarlos sobre los materiales actualmente disponibles.

Dada la complejidad técnica del cálculo de las huellas de carbono y agua, estos materiales están dirigidos principalmente a formadores técnicos, ingenieros ambientales y otros profesionales responsables de capacitar a otros sobre la medición de la huella de carbono o agua en las asociaciones de productores de piña y en las empresas productoras y empacadoras de piña. Idealmente, **los usuarios deberán tener algunos conocimientos sobre inventarios de emisiones, carbono neutralidad y gestión del agua. De lo contrario, los formadores podrían trabajar en equipo** con un experto en capacitaciones y un experto técnico en temas relacionados con la medición de la huella de carbono o agua.

Los aprendices y usuarios sin conocimientos técnicos avanzados podrán seguir beneficiándose de los vídeos introductorios, del contenido seleccionado de la guía técnica y del material de formación incluido en los Anexos. Estos recursos se describen con más detalle en la siguiente sección.

## 4. Documentación y herramientas

Hay varios recursos disponibles para apoyar la comprensión y la medición de las huellas de carbono y agua en las cadenas de valor de la piña.

### Guía para formadores

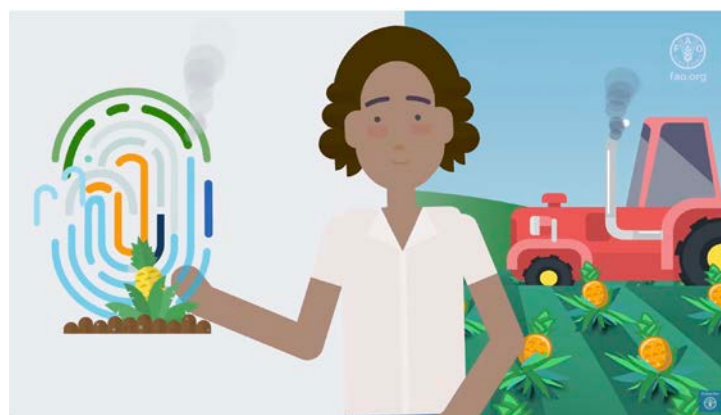
La presente guía de formación es un complemento de la guía técnica y ofrece un kit de inicio para formadores y otras personas que estén desarrollando capacidades para una mejor medición de las huellas de carbono y agua. Esta guía incluye enlaces a documentos y herramientas disponibles para alcanzar ese objetivo y está disponible en **inglés**, francés y **español**.

### Guía técnica



La guía técnica, **Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña**, ofrece información detallada sobre estos procesos en las etapas de producción, empaque, procesamiento y transporte de la piña al puerto. La guía incluye todos los pasos para realizar cálculos exhaustivos y fórmulas, así como numerosos recursos adicionales para comprender mejor los aspectos esenciales, y referencias para encontrar la información necesaria para realizar las estimaciones con precisión. La guía técnica está disponible en **inglés**, francés y **español**.

### Vídeos introductorios



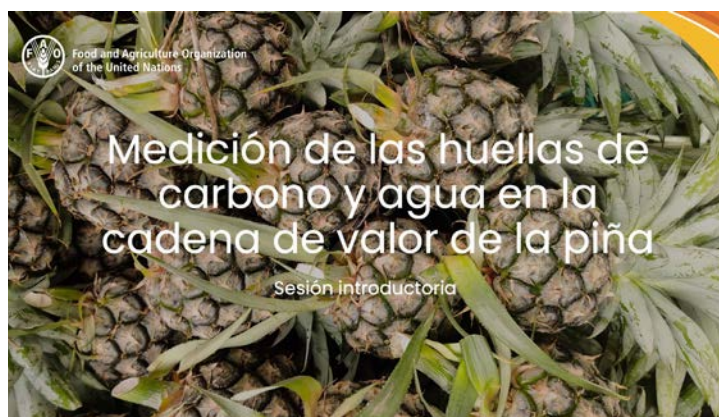
Hay dos videos disponibles para presentar los conceptos de huella de carbono y agua, y cómo su medición puede beneficiar a los productores, empaquadores y exportadores de piña.

Estos videos pueden utilizarse solos o como parte de un programa de aprendizaje.

“Midiendo la huella de carbono en las cadenas de valor de la piña”, un vídeo de 6 minutos y 57 segundos, puede consultarse en <https://youtu.be/eGbheV5bvF8>. Está disponible en inglés y español.

“Midiendo la huella de agua en las cadenas de valor de la piña”, un vídeo de 6 minutos y 13 segundos, puede consultarse en <https://youtu.be/gj2eFOxgkN4>. Está disponible en inglés y español.

## Set de diapositivas



res sets de diapositivas están disponibles para que los formadores, facilitadores y otros usuarios puedan personalizarlos y utilizarlos.

El primer set (**Anexo 1**) presenta un panorama general sobre la medición de la huella de carbono y agua. Esta presentación incluye el contexto en el que estas mediciones son importantes para el sector de las frutas tropicales y cómo

pueden beneficiar a los varios actores de la cadena de valor; los conceptos básicos relacionados con las dos mediciones; una introducción de la herramienta de la FAO y su funcionamiento; información sobre otras herramientas útiles para la medición del carbono; y ejemplos de cómo pueden utilizarse los resultados de las mediciones para reducir las emisiones de GEI y los impactos del agua en las cadenas de valor de las frutas tropicales. Este set de diapositivas puede adaptarse para ser utilizado con cualquier tipo de público, desde principiantes hasta participantes más avanzados. Aunque los ejemplos son específicos de la producción de piña, es relevante en general para el sector de las frutas tropicales y los ejemplos podrían sustituirse en función del público.

Los otros dos sets de diapositivas incluyen orientaciones técnicas específicas para preparar a los participantes del sector de la piña a realizar estas mediciones, una para la huella de carbono (**Anexo 2**) y otra para la huella de agua (**Anexo 3**). Cada una de estas dos presentaciones proporciona una descripción general del contenido relevante de la guía técnica, incluidos los conceptos técnicos, la preparación de los datos, los factores de referencia y los cálculos. Este contenido es adecuado para su uso en un evento de capacitación con expertos técnicos y participantes implicados directamente en la realización o el uso de estas mediciones. El contenido de estas diapositivas fue desarrollado por el equipo de expertos de Gestarse S.A. en Costa Rica, el mismo equipo que desarrolló la metodología de la guía técnica de la FAO.

Podrá encontrar todas las diapositivas en los Anexos de esta guía para formadores. Para descargar una versión editable de las diapositivas, escriba a [responsible-fruits@fao.org](mailto:responsible-fruits@fao.org). Las diapositivas están disponibles en inglés, francés y español

## 5. Recursos relacionados de la FAO

En la [página web del Proyecto de Frutas Responsables](#) encontrará muchos materiales útiles, en particular la sección sobre cómo las empresas y otros actores del sector de las frutas tropicales pueden [actuar frente al cambio climático](#).

El Foro Mundial Bananero ha desarrollado una guía y una herramienta online, y realiza actividades de capacitación sobre la [reducción de las huellas de carbono y agua en las plantaciones de banano](#).

La medición de las huellas de carbono y agua está directamente relacionada con el trabajo del Proyecto de Frutas Responsables sobre la adaptación al cambio climático y sobre la reducción de la pérdida de alimentos en las cadenas de valor de la piña:

- [Estrategias de adaptación al cambio climático para la industria de las frutas tropicales: una guía técnica para productores y exportadores de piña](#)
- [Reducir la pérdida de alimentos y valorizar frutas y residuos para impulsar la sostenibilidad y rentabilidad de la industria de la piña](#)

Y en otras cadenas de valor:

- [Estrategias de adaptación al cambio climático para la industria de las frutas tropicales: una guía técnica para productores y exportadores de aguacate](#)
- [Reducir la pérdida de alimentos y valorizar frutas y residuos para impulsar la sostenibilidad y rentabilidad de la industria del aguacate](#)

## 6. Desarrollo de un plan de formación

Las diapositivas sobre la huella de carbono y agua son documentos estructurados que ayudarán a los facilitadores y formadores a orientar a los participantes para:

- comprender los conceptos relacionados a la medición de la huella de carbono y agua, y capacitarlos para que realicen sus propios cálculos;
- identificar y preparar los datos para realizar estos cálculos; y
- evaluar las opciones para reducir una u otra huella y mejorar la eficiencia de sus operaciones.

El set de diapositivas puede y debe adaptarse al contexto en el que se lleva a cabo el ejercicio de capacitación. El impacto en el aprendizaje es mayor si las diapositivas y el contenido se contextualizan a una organización, empresa (s) o a la audiencia a la que van dirigidos.

Aspectos para considerar al adaptar el contenido formativo:

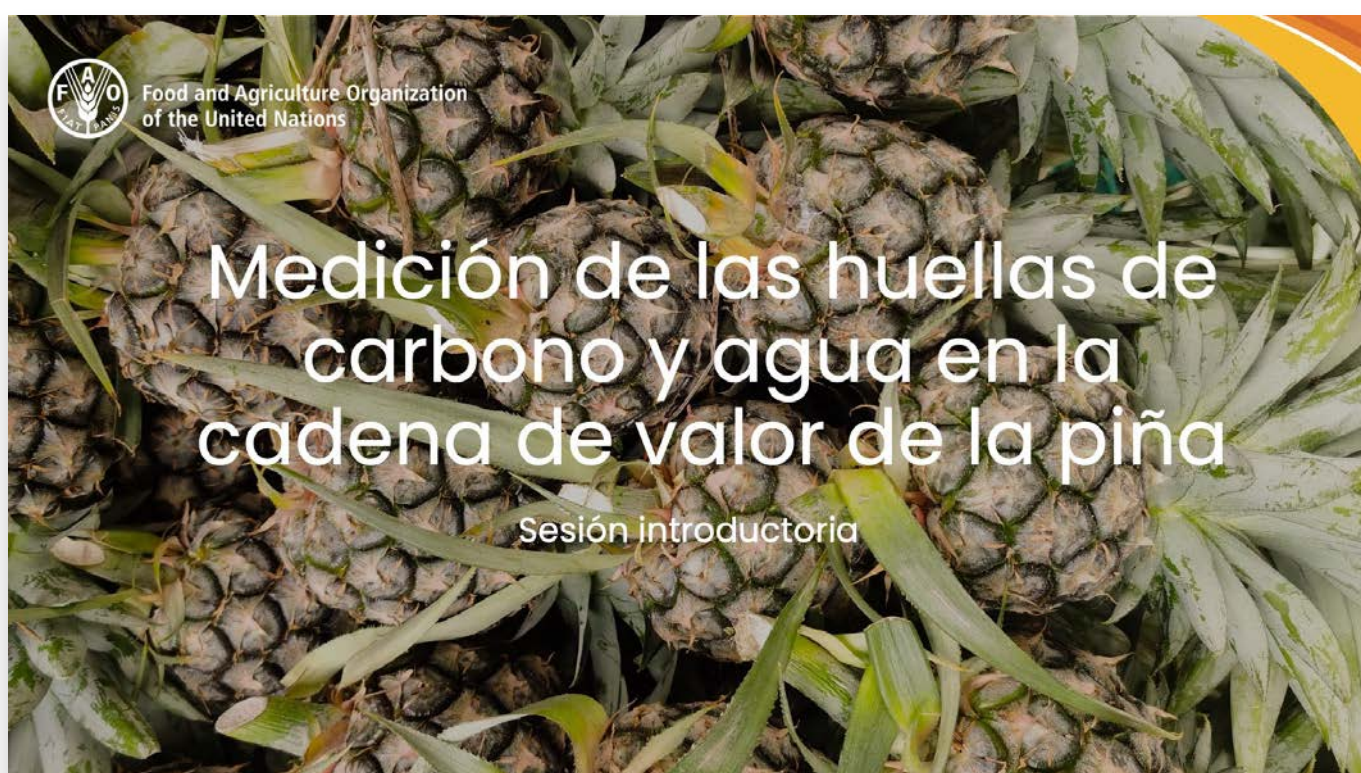
- Identificar y centrarse en las partes de las mediciones para las que se sabe que existen datos.
- Crear escenarios de ejemplo y conjuntos de datos para los ejercicios prácticos cuando no sea posible utilizar datos reales por su escasa disponibilidad o por motivos de confidencialidad.
- Adaptar el contenido a la escala de las operaciones de los participantes o las empresas (por ejemplo, pequeñas, medianas o grandes).

# Anexo 1.

## Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña

(diapositivas de introducción)

Para acceder a una versión editable de las diapositivas, por favor, póngase en contacto con el equipo del Proyecto de Frutas Responsables a través de: [responsible-fruits@fao.org](mailto:responsible-fruits@fao.org).





## Contenido

1. Retos y oportunidades en el sector piñero
2. ¿Qué son las mediciones de huella de carbono y huella hídrica y por qué son importantes?
3. Medición de las huellas de carbono y de agua en el sector piñero
4. Potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de los impactos en el agua en la cadena de valor de la piña



## 1. Retos y oportunidades en el sector piñero



## Retos y oportunidades en el sector piñero



El cultivo es **climáticamente vulnerable** en las regiones tropicales.



Rápido **crecimiento de la demanda** de piña a nivel internacional.



**Aumento de los requisitos de los mercados** de exportación para informar sobre los impactos ambientales y las emisiones de GEI.



Importante fuente de **crecimiento económico, medios de vida, seguridad alimentaria y nutrición** para los países productores.

## Retos y oportunidades en el sector piñero (continuación)

**Cómo detectar prácticas de greenwashing: claves para consumidores conscientes**

*Publicado el 14 Octubre 2024*

**La UE legisla para que las empresas respeten los derechos humanos y el medioambiente**

Published: June 16, 2024 11:26pm CEST

Lo verde que vende: El impacto del Green Marketing y el eco-marketing en las decisiones de compra

El 70% de los consumidores tienen una imagen más positiva de las marcas que respaldan causas ambientales,

18 mar 2024



Food and Agriculture Organization of the United Nations

## 2. ¿Qué son las mediciones de huella de carbono y huella hídrica y por qué son importantes?



Food and Agriculture Organization of the United Nations

### ¿Qué es la medición de la huella de carbono?

Es la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) que son generados por la actividad humana.



$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión} \times \text{Potencial de calentamiento global}$$

Potencial para calentar el planeta una vez liberado a la atmósfera en un momento específico.








Cambio climático provocado por el ser humano

## ¿Qué es la medición de la huella de agua?

Es la medición de los impactos ambientales potenciales relacionados con el uso del agua.



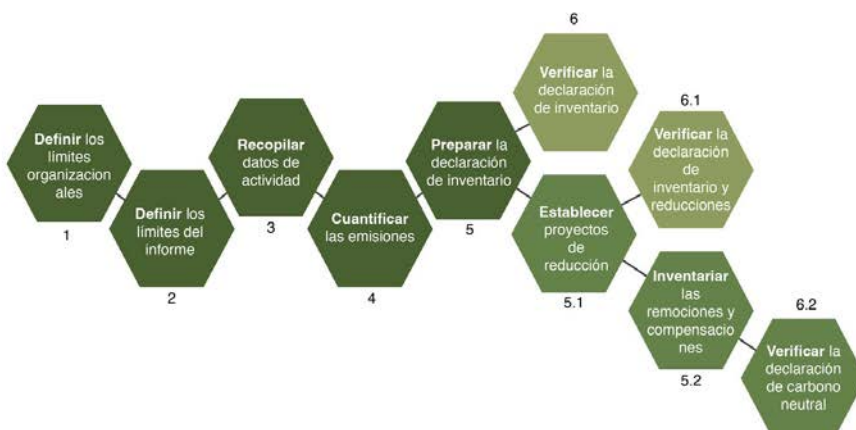
## ¿Por qué es importante calcular estas huellas?

-  Satisfacer las **demandas de los mercados y consumidores** internacionales
-  Optimizar la **gestión de insumos y reducir los costos** operativos
-  **Reducir el impacto ambiental de las operaciones** y aumento del cumplimiento de los requisitos ambientales (objetivo 1,5 °C)
-  **Mejorar la imagen y reputación de marca** (diferenciación de productos y oportunidades de negocio)
-  Generar información sólida para la **toma de decisiones**

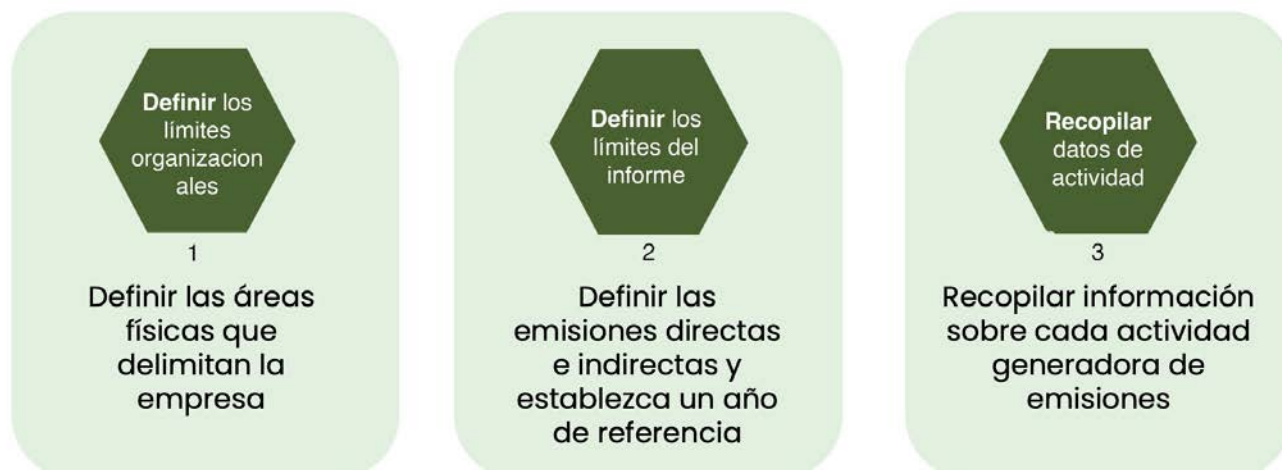


## ¿Qué otros beneficios ve en la medición de la huella de carbono y la huella de agua?

## ¿Cómo es un estudio de huella de carbono verificable?



## ¿Cómo es un estudio de huella de carbono verificable? (continuación)



## ¿Cómo es un estudio de huella de carbono verificable? (continuación)



Source	Sub-source (examples)	GHG
Electricity consumption	Electricity consumption from the power grid	CO <sub>2</sub> e
Use of lubricating oils	Use of engine lubricants in vehicles, tractors, or trucks Use of mixed lubricants in weed whackers	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
Use of fire extinguishers	Use of CO <sub>2</sub> fire extinguishers Use of clean agent fire extinguishers Use of halon fire extinguishers	CO <sub>2</sub> , HFC, halons
Gas consumption for welding and oxyfuel (acetylene, propane)	Use of acetylene for welding Use of propane for oxyacetylene cutting	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
Refrigerant gas leaks	Leaks of refrigerant gas from air conditioners Leaks of refrigerant gas from refrigerators Leaks of refrigerant gas from cold storage rooms	HFC, HCFC
Fossil fuel consumption (mobile and stationary sources)	Diesel consumption in field tractors Gasoline consumption in vehicles Diesel consumption in emergency power generator	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
Use of nitrogen fertilizers	Use of granular fertilizers Use of fertigation	N <sub>2</sub> O

## ¿Cómo es un estudio de huella de carbono verificable? (continuación)



Categoría	Fuente de emisión	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	N <sub>2</sub> O (t CO <sub>2</sub> e)	HFCs (t CO <sub>2</sub> e)	HCFCs (t CO <sub>2</sub> e)	Otros gases (t CO <sub>2</sub> e)	Total (t CO <sub>2</sub> e)
Directas	Fuente 1							
	Fuente 2							
Indirectas por energía importada	Fuente 3							
	Fuente 4							
Indirectas por transporte	Fuente 5							
	Fuente 6							
Indirectas por productos utilizados por la empresa	Fuente 7							
	Fuente 8							
Indirectas por uso de productos de la empresa	Fuente 9							
	Fuente 10							
Indirectas por otras fuentes	Fuente 11							
	Total de emisiones t CO <sub>2</sub> e							

## ¿Cómo es un estudio de huella de agua verificable?



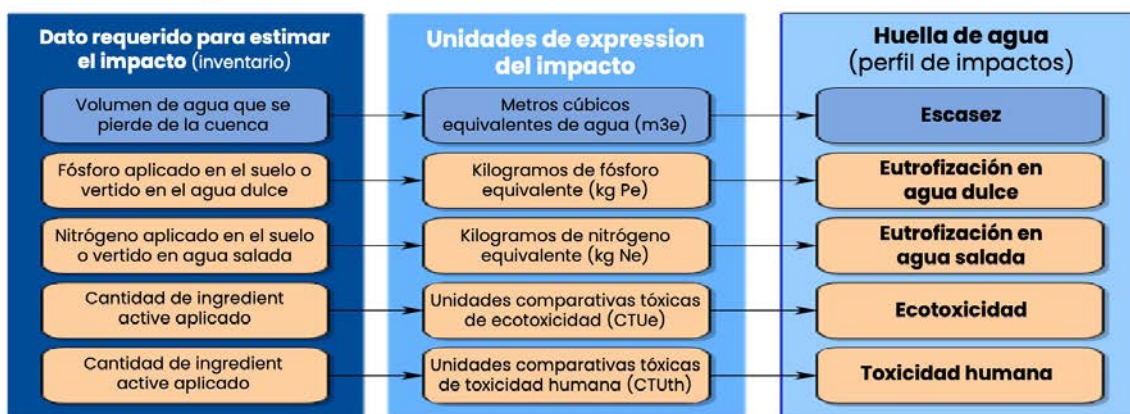
## ¿Cómo es un estudio de huella de agua verificable? (continuación)

### Paso 1. Definir el objetivo y alcance del estudio



## ¿Cómo es un estudio de huella de agua verificable? (continuación)

### Paso 2. Desarrollar y analizar el inventario





## ¿Cómo es un estudio de huella de agua verificable? (continuación)

**Paso 3.** Evaluar los impactos de la huella de agua

**Metodologías:**

- AWARE**  → **Escasez**
- ReCiPe**  → **Eutrofización en agua dulce**  
→ **Eutrofización en agua salada**
- USEtox**  → **Ecotoxicidad**  
→ **Toxicidad humana**



Perfil de la huella de agua			
Impacto	Cultivo	Empacadora	Total
Escasez (m³e)			
Eutrofización en agua dulce (kg Pe)			
Eutrofización en agua salada (kg Ne)			
Ecotoxicidad (CTUe)			
Toxicidad humana (CTUh)			



La **"gravedad"** de los impactos depende del contexto, ya que depende de la disponibilidad de agua, los tipos de suelos y las características climáticas de la zona.

© Noun Project



### 3. Medición de las huellas de carbono y de agua en el sector piñero



## Medición de la huella de carbono y del agua en el sector piñero



- Guía elaborada por el Proyecto Frutas Responsables de la FAO

### ¿Por qué esta guía?

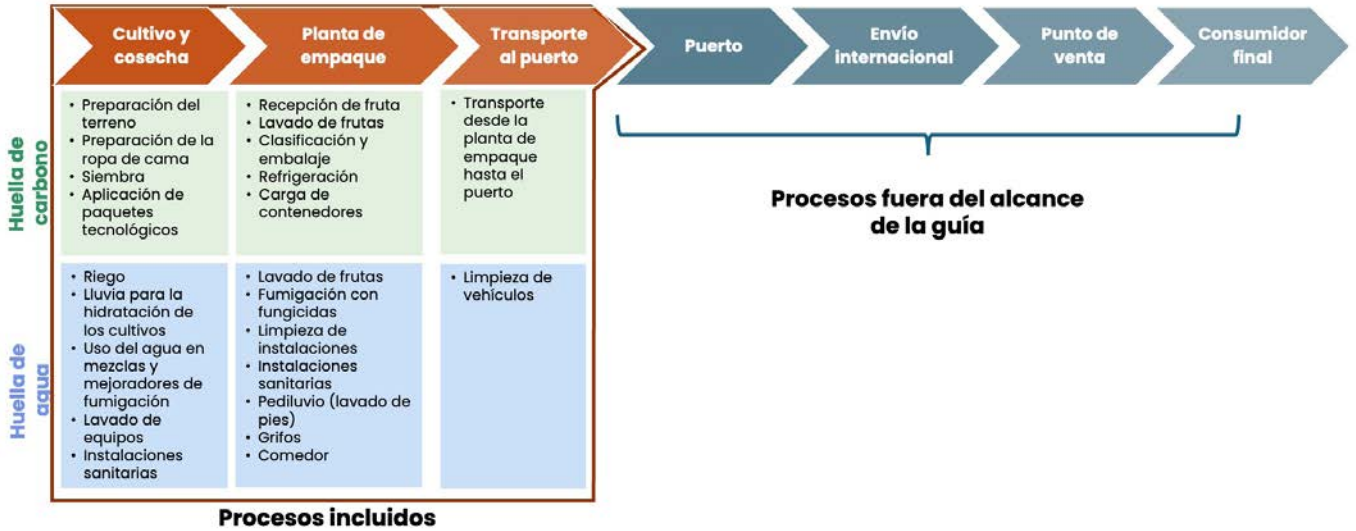
- Responder a la **necesidad de medición de huellas** (priorizadas por la industria) y **demanda del mercado**
- Proporcionar un **marco cuantitativo** para medir las huellas de carbono y agua
- Permitir a los usuarios medir las huellas de **forma autónoma**
- Apoyar la **reducción de los impactos ambientales** de la producción y el comercio de piña
- **Optimización de procesos**, eficiencia y **ahorro de costos**
- **Contribuir a la mitigación y prevención de riesgos** (conducta empresarial responsable)

## Desarrollo de la guía

- Sobre la base de la experiencia en la medición de la huella de carbono y la huella de agua en las cadenas de valor del banano para la industria de la piña (Foro Mundial del Banano).
- Basado en metodologías reconocidas internacionalmente (ISO 14064 para carbono e ISO 14046 para agua).
- Validación con seis empresas y cooperativas productoras y empacadoras de piña orientadas a la exportación en Costa Rica.



## Alcance de la medición de la huella de carbono y de agua:



## Contenido: Guía de medición de la huella de carbono

### Huella de carbono de la empresa:

- 1 Resumen del cálculo de la huella de carbono
- 2 Alcance de un inventario de emisiones
- 3 Identificación de las fuentes de emisión
- 4 Consolidación de los resultados de la huella de carbono
- 5 Oportunidad de reducción de emisiones (medidas)
- 6 Incertidumbre de inventario



## Ejemplo: orientación para identificar y calcular las emisiones de GEI

### 2.6.1 Consumo de electricidad

Categoría:	Indirecta por energía importada						
Fuente	Tipo de GEI a evaluar						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	HCFC	CO <sub>2</sub> e	Otros
Electricidad						✓	

### 2.6.1.A Método de cálculo

**Ecuación 2.6.1a**  
*Emisiones electricidad (t CO<sub>2</sub>e): DA × FE<sub>E</sub> × FC*

**Donde:**  
 t CO<sub>2</sub>e: emisiones por electricidad en toneladas de dióxido de carbono equivalente.  
 DA: dato de actividad (kWh o MWh).  
 FE<sub>E</sub>: factor de emisión de electricidad (kg CO<sub>2</sub>e/kWh o MWh).  
 FC: factor de conversión de unidades (por ejemplo, la conversión de kg a toneladas).

## Contenido: Guía de medición de la huella de agua

Huella de agua de la empresa:

- 1 Visión general del cálculo de la huella de agua
- 2 Alcance de la huella de agua
- 3 Identificación del balance hídrico y uso del producto
- 4 Evaluación de los impactos de la huella de agua
- 5 Informe de huella de agua
- 6 Medidas de reducción de la huella de agua



### Ejemplo: orientación para identificar y calcular los impactos sobre el agua

#### 3.5.2.1.A2 Método de cálculo de la eutrofización en agua salada

El valor del indicador de impacto se estima con la metodología ReCiPe, la cual asume que el factor principal causante de la eutrofización en agua salada es el nitrógeno. Los resultados estarán dados respectivamente en unidades de kilogramos de nitrógeno equivalente (kg Ne), como se muestra en la siguiente ecuación (Goedkoop *et al.*, 2013).

#### Ecuación 3.5.2.1b

$$HA_{\text{eutrof-S}} = m_{N_t} \times FC$$

**Donde:**

**HA<sub>eutrof-S</sub>**: valor del impacto en eutrofización de agua salada (kg Ne).

**m<sub>N<sub>t</sub></sub>**: cantidad de nitrógeno total usado o vertido en suelo o agua (kg N total).

**FC**: factor de caracterización dado por ReCiPe (kg Ne/kg N total).

**¿Cómo cree que se puede utilizar esta herramienta en su empresa?**





Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

## 5. Potencial de reducción de las emisiones de GEI y de los impactos en el agua en la cadena de valor de la piña



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

## Recomendaciones para reducir la huella de carbono



**Insumos:** Uso optimizado de agroquímicos, uso de manejo integrado de plagas y nutrición.



**Residuos sólidos y eliminación de aguas residuales:** Menor carga de materia orgánica en las aguas residuales, reutilización y circulación de agua, optimización del consumo de agua, separación y reciclaje.



**Energía:** Sistemas energéticos limpios y que funcionen adecuadamente.



**Manejo de rastrojo y labranza:** prácticas de labranza con menores emisiones, reincorporación de materia orgánica al suelo.



**Combustibles:** Vehículos eficientes, optimización de rutas, dispositivos de ahorro de combustible.



**Gases refrigerantes y extintores:** Mantenimiento, monitorización y sustitución.



## Recomendaciones para reducir la huella de agua

### Escasez



Tratamiento, recirculación y reutilización de aguas



Tecnologías de riego eficientes



Captación de agua de lluvia



Reforestación y protección de los bosques

### Degradación (calidad)



Uso racional de agroquímicos (manejo integrado de plagas, manejo de nutrientes)



Gestión integral de residuos sólidos



Gestión integrada de residuos líquidos



Protección del suelo y la biodiversidad



Food and Agriculture Organization of the United Nations

¡Gracias!



<https://bit.ly/responsible-fruits>



[Responsible-Fruits@fao.org](mailto:Responsible-Fruits@fao.org)

## Anexo 2.

# Aprender a medir las huellas de carbono en la cadena de valor de la piña

(diapositivas de formación práctica)

Para acceder a una versión editable de la presentación de diapositivas, por favor, póngase en contacto con el equipo del Proyecto de Frutas Responsables a través de: [responsible-fruits@fao.org](mailto:responsible-fruits@fao.org).





## Objetivo:

- ✓ Proporcionar una introducción sobre el uso de la guía de medición de huella de carbono en la cadena de valor de la piña a las empresas del sector.

## Reference:

- ✓ Se utilizó como referencia la norma voluntaria internacional **ISO 14064** "Gases de efecto invernadero - Parte 1: especificación con orientación, a nivel de organizaciones, para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero", las guías del Protocolo de GEI (o *GHG Protocol* por su nombre en inglés) y las Directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).



## A quién va dirigida esta guía:

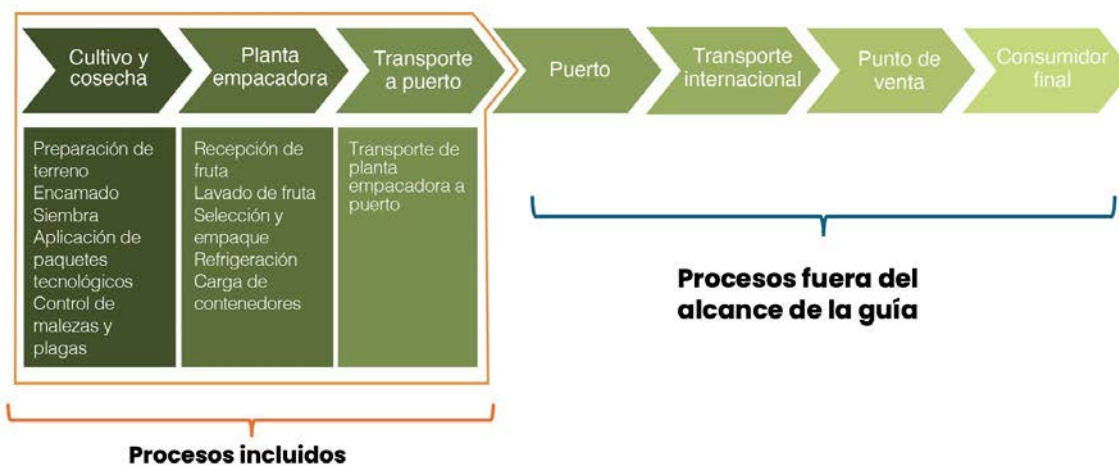
- ✓ Debido al alto grado de dificultad técnica, la guía está dirigida a:
  - personal técnico,
  - ingenieros ambientales o profesionales en áreas afines,
  - responsables de elaborar la cuantificación de huella de carbono en las empresas; y,
  - profesionales en áreas afines.



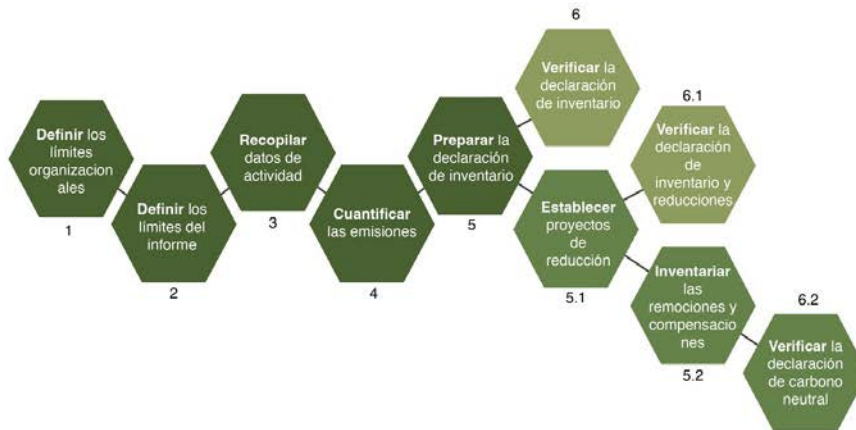
## Contenidos de este curso: ¿cómo se calcula la huella de carbono?

- 1 Generalidades de cálculo de la huella de carbono
- 2 Alcance de un inventario de emisiones
- 3 Identificación de fuentes de emisión
- 4 Principales fuentes de emisión en la industria de la piña
- 5 Consolidación de resultados de la huella de carbono
- 6 Reducción de emisiones
- 7 Incertidumbre del inventario

Procesos considerados dentro del alcance de la guía de medición de huella de carbono:



Pasos recomendados para la cuantificación y declaración de la huella de carbono:

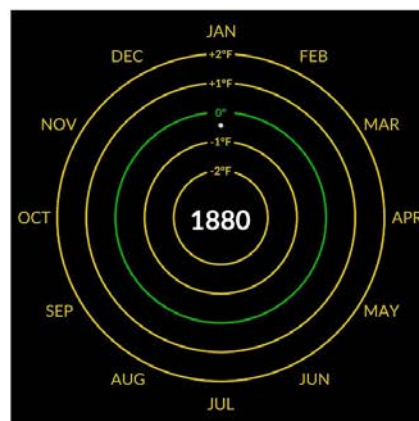


Conceptos básicos

Proceso natural:



Cambio climático:



Fuente: [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/300/video-climate-spiral-1880-2022/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/300/video-climate-spiral-1880-2022/)

## Conceptos básicos

### Gases de efecto invernadero (GEI):



Componentes gaseosos presentes en la atmósfera, de origen natural y del resultado de actividades humanas, que tienen la capacidad de absorber y emitir radiación.

### Fuente de emisión de GEI:



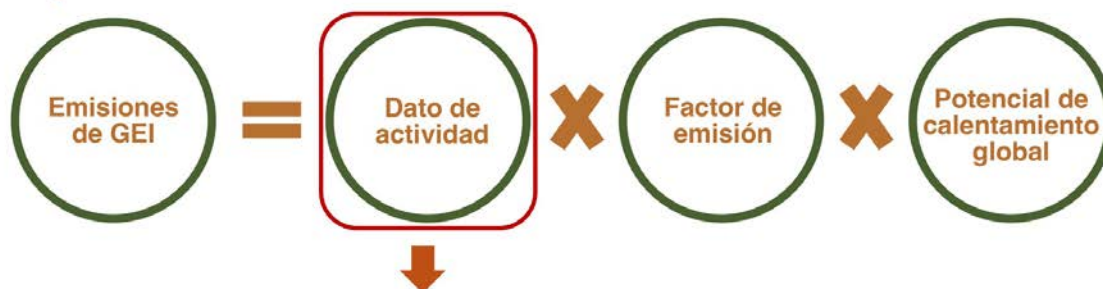
Toda actividad o proceso que al desarrollarse ocasiona emisiones de GEI hacia la atmósfera (INTECO, 2019).

### Emisión de GEI:



Se refiere a la cantidad total de uno o varios GEI que ha sido liberada a la atmósfera en un momento específico.

## Conceptos básicos



Medida cuantitativa específica de la actividad/fuente que genera las emisiones y que permitirá contabilizar el impacto en emisiones.

**Por ejemplo:** kWh, litros de combustible, kg gas refrigerante, kg de fertilizantes nitrogenados aplicados en suelo, entre otros.



### Conceptos básicos



Es un factor que relaciona el dato de actividad con la emisión de un determinado GEI. Existen factores de emisión diferenciados para determinar las emisiones por tipo de GEI. **Por ejemplo:**

Emission source/type	GHG	Emission factor	Units	Reference
Electricity consumption (imported)	CO <sub>2</sub>	0.0400	kg CO <sub>2</sub> e/kWh	(IMN, 2022)
Use of lubricating oil (four-stroke engine)	CO <sub>2</sub>	0.5184	kg CO <sub>2</sub> /l	(IMN, 2022)



### Conceptos básicos



Es un valor que describe el impacto de efecto invernadero de un determinado GEI, con respecto al CO<sub>2</sub>, lo cual permite reportar todas las emisiones en términos de CO<sub>2</sub> equivalente. **Por ejemplo:**

Gas	IPCC second report	IPCC fourth report	IPCC fifth report	IPCC sixth report)
	Global warming potential (horizon: 100 years)			
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	1	1	1	1
Methane (CH <sub>4</sub> )	21	25	28	27.9

## Conceptos básicos

### Límites organizacionales:



Límites organizacionales se refieren a las áreas de la empresa que serán consideradas para el cálculo de las emisiones: instalaciones físicas, áreas de cultivo, de proceso, empaque y embarque, así como al enfoque de consolidación seleccionado para la cuantificación del inventario.



## Identificación de las fuentes de emisión

Se deben identificar las fuentes de emisión dentro de los límites establecidos por categoría.

Es una buena práctica aplicar una lista de chequeo y realizar recorridos por las instalaciones para identificar fuentes de emisión.

### Por ejemplo:

Fuente	Subfuente (ejemplos)	GEI	Categoría
Consumo de electricidad	Consumo de electricidad de la red eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Indirecta por electricidad
Uso de aceites lubricantes	Uso de lubricantes de motor en vehículos, tractores o camiones	<input type="checkbox"/>	Indirecta por productos utilizados
	Uso de lubricante de mezcla en motoguadañas o desmalezadoras	<input checked="" type="checkbox"/>	
Uso de extintores	Uso de extintores de CO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	Directa
	Uso de extintores de agente limpio	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Uso de extintores de halón	<input type="checkbox"/>	
Consumo de gases para soldadura y oxicorte (acetileno, propano)	Uso de acetileno para soldadura	<input checked="" type="checkbox"/>	Directa
	Uso de propano para oxicorte	<input type="checkbox"/>	
Fugas de gas refrigerante	Fugas de gas refrigerante de aires acondicionados	<input checked="" type="checkbox"/>	Directa
	Fugas de gas refrigerante de refrigeradoras	<input type="checkbox"/>	
	Fugas de gas refrigerante de cámaras de frío	<input type="checkbox"/>	
Consumo de combustibles fósiles (fuentes móviles y fijas)	Consumo de diésel en tractores de campo	<input checked="" type="checkbox"/>	Indirecta por productos utilizados
	Consumo de gasolina en vehículos	<input type="checkbox"/>	
	Consumo de diésel en planta de emergencia	<input checked="" type="checkbox"/>	
Uso de fertilizantes nitrogenados	Uso de fertilizante granulado	<input checked="" type="checkbox"/>	Directa
	Uso de fertiliriego	<input type="checkbox"/>	



## Principales fuentes de emisión en la industria de la piña

Se identifican fuentes de emisión principales en los procesos de cultivo, cosecha, planta empacadora y transporte en la industria de la piña y que han sido consideradas en el desarrollo de la guía.

### Por ejemplo:

#### 2.6.1 Consumo de electricidad

Fuente	Indirecta por energía importada						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	HCFC	CO <sub>2</sub> e	Otros
Electricidad						✓	

Las emisiones provenientes de la electricidad importada corresponden a las emisiones asociadas con la producción de energía eléctrica, que es consumida por la empresa. Cuando una compañía compra, adquiere y consume energía eléctrica de una red eléctrica, ésta tiene emisiones de GEI indirectas asociadas que deben ser contabilizadas.

Para efectos de esta guía, la fuente de emisión indicada se considera únicamente cuando la compañía consume electricidad producida por un tercero. En Costa Rica proviene del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Cooperativa de Electrificación Rural de San Carlos

#### 2.6.1.A Método de cálculo

**Ecuación 2.6.1a**  
Emisiones electricidad (t CO<sub>2</sub>e):  $DA \times FE_e \times FC$

**Donde:**  
**t CO<sub>2</sub>e:** emisiones por electricidad en toneladas de dióxido de carbono equivalente.  
**DA:** dato de actividad (kWh o MWh).  
**FE<sub>e</sub>:** factor de emisión de electricidad (kg CO<sub>2</sub>e/kWh o MWh).  
**FC:** factor de conversión de unidades (por ejemplo, la conversión de kg a toneladas).



## Principales fuentes de emisión en la industria de la piña (continuación)

Se brinda un ejemplo de cálculo por cada fuente de emisión, con el fin de orientar al usuario en la aplicación de la metodología.

### Por ejemplo:

#### Ejemplo: cálculo de emisiones de electricidad

**Paso 1.** En una finca ubicada en San Carlos (Costa Rica), se consumieron 15 000 kWh de electricidad durante el año 2021 proveniente de la red eléctrica del proveedor de servicio. Para calcular las emisiones asociadas por consumo de energía eléctrica, primero se debe identificar el factor de emisión (FE<sub>e</sub>) apropiado para esta fuente, año y país específico.

FE <sub>e</sub>	Referencia
0,0400 $\frac{\text{kg CO}_2\text{e}}{\text{kWh}}$	Valor específico para Costa Rica para el año 2021

**Paso 2.** Multiplicar la cantidad total de kWh consumidos por el factor de emisión respectivo, para obtener las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente (kg CO<sub>2</sub>e) y realizar la conversión a toneladas con el FC. Los factores de emisión para esta fuente usualmente están dados en CO<sub>2</sub>e, por lo que no es necesario utilizar el potencial de calentamiento global (PCG).

**Ecuación 2.6.1a**  
Emisiones por electricidad (t CO<sub>2</sub>e) =  $15\,000 \text{ kWh} \times 0,0400 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \times \frac{1\text{t}}{1\,000 \text{ kg}} = 0,6 \text{ t CO}_2\text{e}$

## Principales fuentes de emisión en la industria de la piña (continuación)

La guía también considera tres escenarios de variación de carbono por **cambios de uso de la tierra**.

El uso y la gestión de la tierra tiene su influencia sobre una diversidad de procesos del ecosistema que afectan a los flujos de los gases de efecto invernadero, que pueden generar emisiones o remociones de GEI.



Uso de la tierra inicial	Uso de la tierra final
Tierra de cultivo	Tierra forestal
Tierra forestal	Tierra de cultivo
Tierra forestal	Tierra forestal

## Consolidación de resultados de la huella de carbono

Una vez evaluadas todas las fuentes de emisión identificadas por la empresa, los resultados se consolidan por categoría de fuente y tipo de GEI.

**Los resultados se expresan en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e).**

Esto ayudará a la empresa a analizar las emisiones del periodo evaluado y permitir comparaciones futuras, así como evaluar mejoras de desempeño.

**Por ejemplo:**



Categoría	Fuente de emisión	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	N <sub>2</sub> O (t CO <sub>2</sub> e)	HFCs (t CO <sub>2</sub> e)	HCFCs (t CO <sub>2</sub> e)	Otros gases (t CO <sub>2</sub> e)	Total (t CO <sub>2</sub> e)
Directas	Fuente 1							
	Fuente 2							
Indirectas por energía importada	Fuente 3							
	Fuente 4							
Indirectas por transporte	Fuente 5							
	Fuente 6							
Indirectas por productos utilizados por la empresa	Fuente 7							
	Fuente 8							
Indirectas por uso de productos de la empresa	Fuente 9							
	Fuente 10							
Indirectas por otras fuentes	Fuente 11							
	Total de emisiones t CO <sub>2</sub> e							



## Consolidación de resultados de la huella de carbono (continuación)

La empresa también puede consolidar y presentar los resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> biogénicas antropogénicas por cambios de uso de la tierra (variación de carbono en suelo, tierras convertidas en tierras forestales, tierras forestales convertidas a tierras de cultivo y tierras que permanecen como tierras forestales).



Cambio de uso/gestión de la tierra y suelo	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> e)
Variación carbono en el suelo por labranza	
Tierra de cultivo convertida en tierra forestal	
Tierra forestal convertida en tierra de cultivo	
Tierra forestal que permanece como tierra forestal	
Manejo de rastrojo	
<b>Total de emisiones t CO<sub>2</sub>e</b>	



## Consolidación de resultados de la huella de carbono (continuación)

The emissions inventory results are typically presented in a report intended for all stakeholders.

This document must meet minimum content requirements in accordance with the INTE-ISO 14064-1 standard.



Contenido mínimo del informe de resultados
• Descripción de la empresa
• Persona o entidad responsable del informe
• Período que cubre el informe
• Documentación de los límites de la empresa
• Documentación de los límites del informe, incluyendo los criterios establecidos para definir las emisiones significativas
• Emisiones directas cuantificadas por separado por tipo de GEI en t CO <sub>2</sub> e
• Descripción de cómo se consideran en el inventario las emisiones y remociones biogénicas, cuantificadas por separado en t CO <sub>2</sub> e
• Si se cuantifican las remociones directas en t CO <sub>2</sub> e
• Explicación de la exclusión de cualquier fuente o sumidero significativo de la cuantificación
• Emisiones indirectas cuantificadas separadas por categoría en t CO <sub>2</sub> e
• El año base histórico seleccionado y el inventario de GEI del año base
• Explicación de cualquier cambio en el año base o de otros datos históricos sobre los GEI, o categorización y cualquier otro nuevo cálculo del año base u otro inventario histórico de GEI, y documentación de cualquier limitación de la comparabilidad resultante de dicho nuevo cálculo
• Referencia o descripción de los enfoques de cuantificación, que incluya las razones para su selección
• Explicación de cualquier cambio en los enfoques de cuantificación utilizados previamente
• Referencia o documentación de los factores de emisión o remoción de GEI utilizados
• Descripción del efecto de las incertidumbres en la exactitud de los datos de emisiones y remociones de GEI por categoría
• Descripción y resultados de la evaluación de la incertidumbre
• Una declaración de que el informe de GEI se ha preparado de acuerdo con la norma.
• Divulgación que describa si el inventario, el informe o la declaración sobre GEI se ha verificado, incluyendo el tipo de verificación y el nivel de aseguramiento logrado

## Reducción de emisiones

La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero es un **eje fundamental** de la gestión de un inventario de emisiones.

... permite disminuir emisiones de GEI mediante la implementación de acciones planificadas por la empresa.

La determinación de la huella de carbono permite:

- identificar las posibles oportunidades de **reducción de emisiones**, y
- contribuir a **mitigar** los efectos del **cambio climático**.

Por lo tanto, una vez identificadas las fuentes de emisión y contabilizadas las emisiones de GEI en la empresa, se deben establecer estrategias de reducción que permitan gestionar dichas fuentes y reducir las emisiones de GEI.

## Reducción de emisiones (continuación)

Ejemplos de opciones de reducción de emisiones:

Fuente de emisión	Alternativas de reducción	Fuente de emisión	Alternativas de reducción
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de energía en sitio mediante fuentes renovable, por ejemplo, con paneles solares</li> <li>Sustituir la iluminación artificial por iluminación natural</li> <li>Sustituir la iluminación fluorescente o sodio por iluminación LED</li> <li>Mihras o renovación de instalación eléctrica</li> <li>Sustitución de equipos obsoletos o antiguos por equipos más eficientes. (Por ejemplo, aires acondicionados, refrigeradoras, computadoras, impresoras, entre otros)</li> </ul>	Uso de fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reincorporación de materia orgánica en suelo y uso de enmiendas orgánicas</li> <li>Uso de fertilizantes con fuentes de nitrógeno de menor volatilización</li> <li>Uso de fertilizantes con inhibidores de volatilización</li> </ul>
	Uso de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustitución de vehículos de combustión por otras tecnologías, tales como eléctricos o híbridos</li> <li>Sustitución de vehículos antiguos u obsoletos por vehículos más eficientes</li> <li>Utilizar dispositivos de ahorro de combustible</li> <li>Optimización de rutas</li> <li>Aplicación de técnicas o hábitos de conducción eficiente</li> <li>Sustituir motores de combustión por motores eléctricos</li> <li>Programas de manejo preventivo de equipos y vehículos</li> </ul>	Gases refrigerantes y uso de extintores
			Deposición de residuos sólidos y aguas residuales
		Manejo de rastrojo y labranza	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de prácticas de manejo de labranza con un factor de emisión menor</li> <li>Cambio de las prácticas de labranza convencional por labranza reducida o mínima labranza</li> <li>Reincorporación de materia orgánica en suelo</li> </ul>

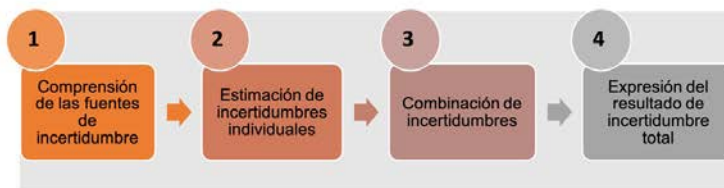


## Incertidumbre del inventario

El **análisis de incertidumbre** constituye un elemento importante de un inventario de emisiones y remociones para priorizar esfuerzos destinados a reducir la incertidumbre de los inventarios en el futuro y guiar decisiones sobre elección de metodologías.

La guía brinda una orientación general del análisis de incertidumbre.

### Pasos generales para la evaluación de la incertidumbre



## ¿Por qué utilizar la guía de medición de huella de carbono en las empresas de piña?

- ✓ Brinda una orientación detallada para la elaboración de la huella de carbono en el sector.
- ✓ Contiene ejemplos de casos para la aplicación de las metodologías de cálculo para cada fuente de emisión.
- ✓ Aborda fuentes relevantes para el sector.
- ✓ **Es la primera guía de medición de huella de carbono orientada a la cadena de valor de la piña.**



## Algunas limitaciones

- No incluye criterios de evaluación para la determinación de fuentes indirectas significativas. Se da paso a que cada empresa defina sus propios criterios.
- Es aplicable para elaborar la huella de carbono a nivel de empresa, **no es aplicable para huella de carbono de producto.**

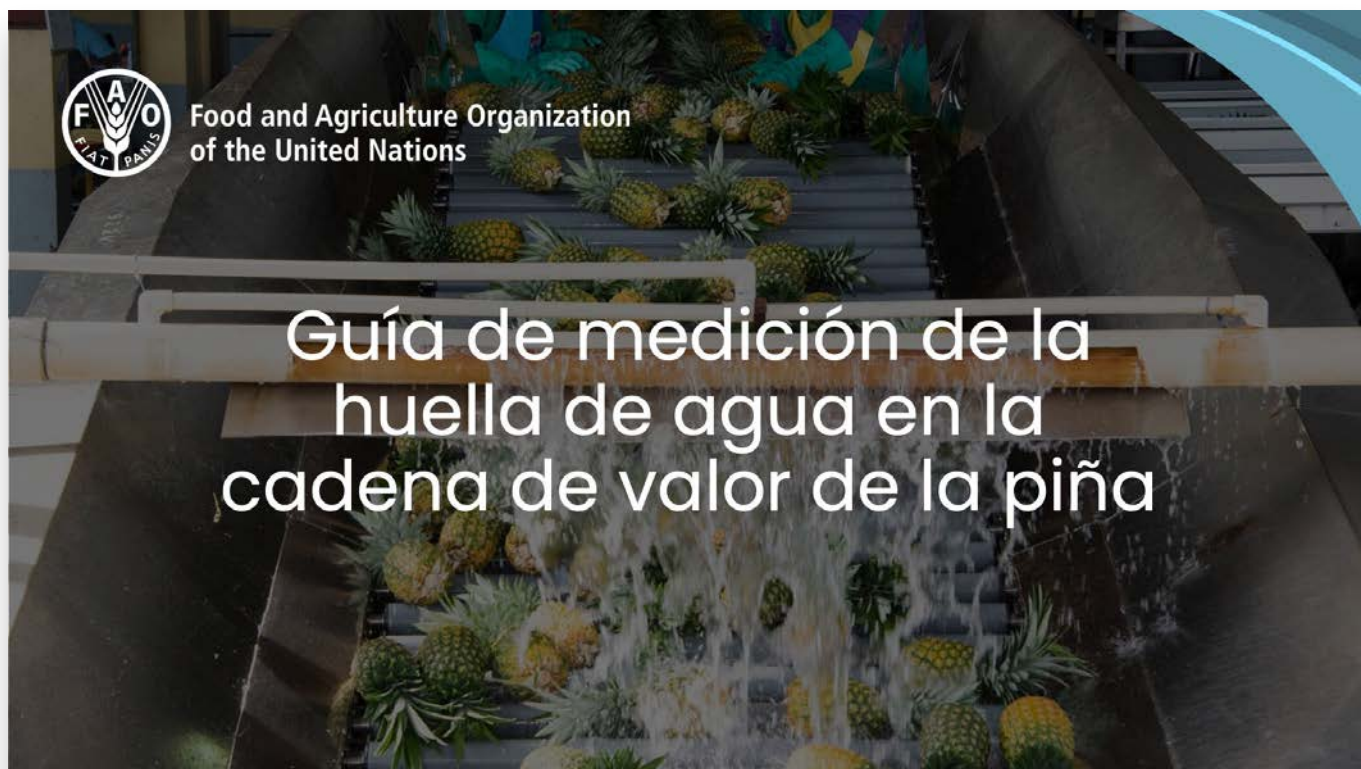
¡Gracias!

## Anexo 3.

# Aprender a medir las huellas de agua en la cadena de valor de la piña

(diapositivas de formación práctica)

Para acceder a una versión editable de la presentación de diapositivas, por favor, póngase en contacto con el equipo del Proyecto de Frutas Responsables a través de: [responsible-fruits@fao.org](mailto:responsible-fruits@fao.org).



## Objetivos:

- ✓ Presentar a las empresas de la cadena de valor de la piña un método de medición de la huella de agua basado en la guía técnica de la FAO "**Medición de la huella de carbono y de agua en la cadena de valor de la piña**".
- ✓ Desarrollar la capacidad de las personas y organizaciones para realizar sus propios cálculos de huella de agua de forma independiente.

 La guía técnica está disponible en:  
<https://doi.org/10.4060/cdl688en>



## Agradecimientos:

El contenido de la diapositiva fue preparado por Gestarse para la FAO.

Esta labor ha sido posible gracias al apoyo del Gobierno de Alemania.





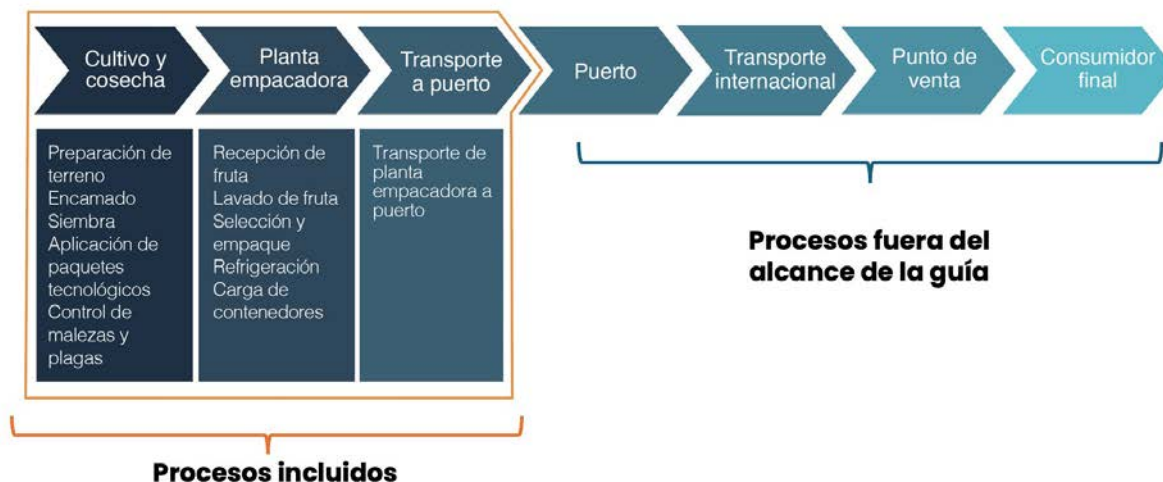
## Contenidos de este curso: ¿Cómo se calcula la huella de agua?

- 1 Cálculo general de la huella hídrica
- 2 Alcance de la huella hídrica
- 3 Identificación del balance hídrico y uso de productos
- 4 Evaluación del impacto de la huella hídrica
- 5 Informe de huella hídrica
- 6 Medidas de reducción de la huella hídrica



## Generalidades de cálculo de la huella de agua

Procesos considerados dentro del alcance de la guía de medición de huella de agua:



## Generalidades de cálculo de la huella de agua (continuación)

Pasos recomendados para el estudio de huella de agua:



Source: Adapted from **ISO (International Organization for Standardization)** . 2014. International standard ISO 14046:2014(E): Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines.

## Generalidades de cálculo de la huella de agua (continuación)

### Conceptos básicos

**Huella de agua:**



Métrica(s) que cuantifica los posibles impactos ambientales de las operaciones relacionados con el agua.

**Uso directo del agua:**



Usos que tienen lugar en las instalaciones de la empresa para sus operaciones

**Uso del agua por actividades humanas:**



Cualquier extracción o liberación de agua, o su uso dentro de la misma cuenca, que afecte la cantidad de agua o su calidad

### Conceptos básicos



### Conceptos básicos

#### Categoría de impacto:

Clasificación que representa un aspecto ambiental de importancia relacionado con el uso del agua en las actividades productivas del sector.



## Conceptos básicos

### Indicador de categoría de impacto:

Corresponde al valor numérico de cada impacto estimado al multiplicar el consumo de agua o cantidad de una sustancia emitida según corresponda, y un valor conocido como el factor de caracterización (CF).

### Cuantificación de impactos ambientales



## Conceptos básicos

La información recolectada deberá corresponder al **año de estudio** definido en el alcance. Los datos requeridos van a estar asociados a los impactos que se vayan a estimar.

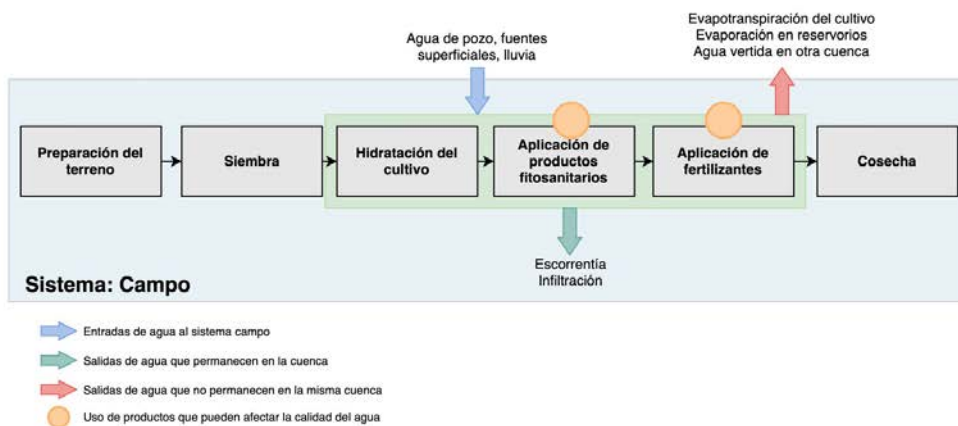


## Alcance de la huella de agua



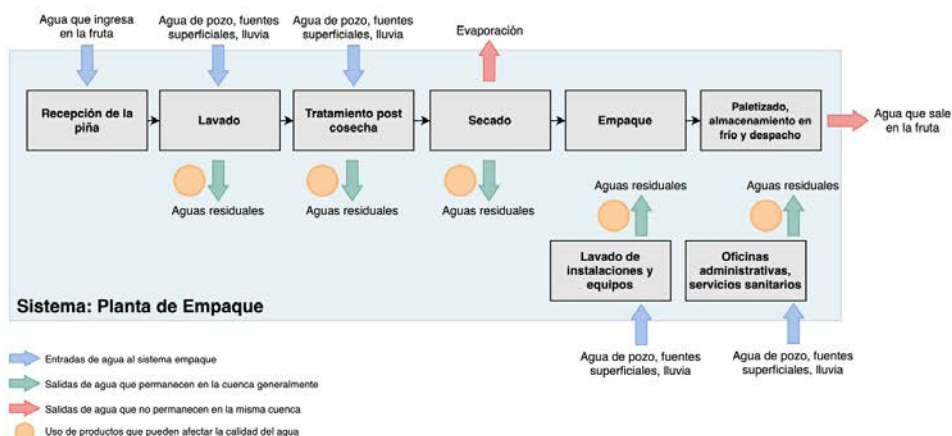
## Identificación del balance de agua y uso de productos

Identificación del balance de agua y uso de productos en etapa de **campo**.



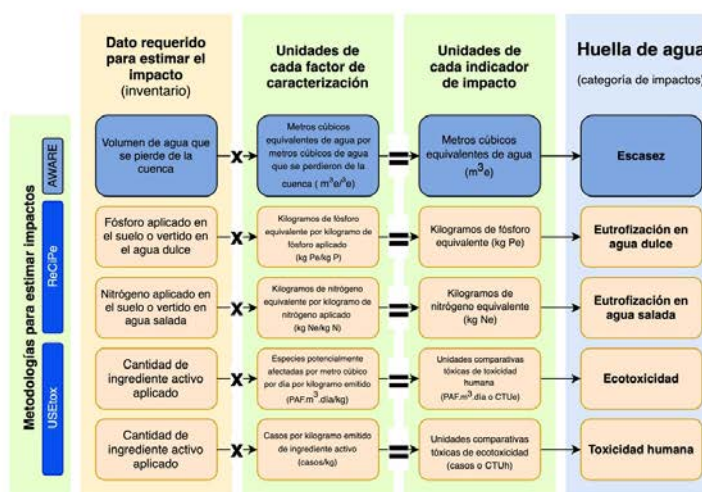
## Identificación del balance de agua y uso de productos (continuación)

Identificación del balance de agua y uso de productos en etapa de **empaque**.



## Evaluación de los impactos de huella de agua

Después de recopilar la información para el inventario de huella de agua, se procederá a realizar la estimación de los impactos potenciales de huella de agua



**Nota:** El azul muestra el indicador relacionado con el uso consuntivo y el naranja muestra los asociados a los usos degradativos. AWARE = Agua disponible restante.



## Evaluación de los impactos de huella de agua (continuación)

La guía de medición de huella de agua brinda una orientación para evaluar los impactos potenciales y la metodología de cálculo correspondiente.

### Por ejemplo:

### 3.5.1. Impactos por uso consuntivo o consumo de agua

#### 3.5.1.1. Escasez

Se genera un **impacto potencial de escasez** cuando por la actividad de la empresa, un volumen de agua no regresa a la misma cuenca de la que se extrajo. Por lo que otros usuarios potenciales ya no podrían consumirla para satisfacer sus necesidades (UNEP, 2012). El agua se pierde de la siguiente forma (Vallejo, 2015; Vallejo *et al.*, 2017):

- **sistema campo:** evapotranspiración del cultivo, evaporación, o vertidos a una cuenca diferente, y
- **sistema planta de empaque:** evaporación, vertidos a una cuenca diferente, o agua incorporada en la fruta.

En el [Anexo 3](#) se podrá consultar la ficha de resumen de la huella de agua por escasez. A continuación, se describe el método de cálculo.

#### 3.5.1.1.A Método de cálculo

Para la estimación del indicador de impacto se hace uso de la metodología AWARE (*Available Water REmaining*, por sus siglas en inglés). La estimación se hace a través de la multiplicación del volumen total de agua perdido de la cuenca, por un CF según la ubicación geográfica, tal como se muestra en la siguiente ecuación. El resultado estará dado en términos de metros cúbicos equivalentes de agua (m<sup>3</sup>e) (WULCA, 2017; Vallejo *et al.*, 2017).

**Ecuación 3.5.1.1a**  
 $HA_{escasez} (m^3e) = VCt \times FC_{regional}$



## Evaluación de los impactos de huella de agua (continuación)

Se brinda un ejemplo de cálculo por cada impacto, con el fin de orientar al usuario en la aplicación de la metodología.

**Ejemplo: huella de agua por escasez**

**Paso 1.** En una finca de 15 hectáreas de piña (latitud 10°35'31.50" N y longitud 84°29'23.67" O), un volumen total (VC) de agua se perdió en la cuenca por evapotranspiración durante el año de estudio como se describe a continuación.

Mes	Evapotranspiración de la piña (m <sup>3</sup> )	Mes	Evapotranspiración de la piña (m <sup>3</sup> )
Enero	5 250	Julio	10 200
Febrero	5 025	Agosto	9 720
Marzo	6 060	Septiembre	8 355
Abril	5 985	Octubre	7 185
Mayo	6 000	Noviembre	5 655
Junio	9 585	Diciembre	5 130
Total		84 150	

**Paso 2.** Para identificar el factor de caracterización mensual de escasez, busque la ubicación geográfica en la aplicación de Google Earth con las coordenadas indicadas.

Mes	CF (m <sup>3</sup> e/m <sup>3</sup> )	Mes	CF (m <sup>3</sup> e/m <sup>3</sup> )
Enero	0,3	Julio	0,2
Febrero	0,7	Agosto	0,2
Marzo	1,0	Septiembre	0,2
Abril	1,1	Octubre	0,2
Mayo	0,6	Noviembre	0,2
Junio	0,3	Diciembre	0,2

## Informe de huella de agua

Una vez evaluados los impactos potenciales en huella de agua, se recomienda consolidar los resultados en un perfil de huella de agua.

**Por ejemplo:**

Perfil de la huella de agua			
Impacto	Cultivo	Planta empacadora	Total
Escasez (m <sup>3</sup> e)			
Eutrofización en agua dulce (kg Pe)			
Eutrofización en agua salada (kg Ne)			
Ecotoxicidad (CTUe)			
Toxicidad humana (CTUh)			

## Informe de huella de agua (continuación)

Los resultados del inventario de huella de agua, generalmente se presentan en un informe, el cual se recomienda que contenga al menos lo siguiente:

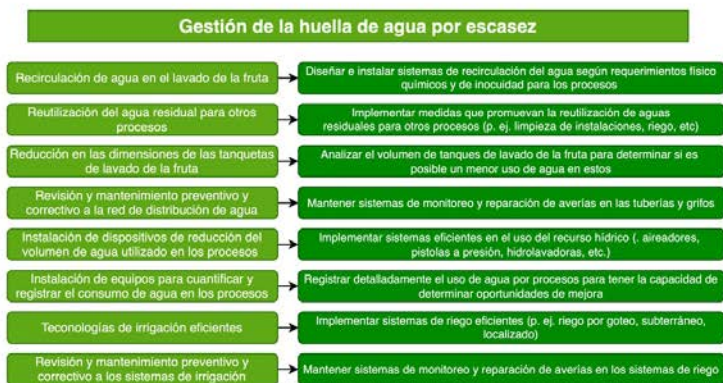
Informe de huella de agua	
1.	Portada
2.	Contacto
3.	Introducción
4.	Información general <ul style="list-style-type: none"> <li>o Finca</li> <li>o Procesos</li> <li>o Usos directos del agua</li> <li>o Fecha de reporte</li> </ul>
5.	Objetivo
6.	Alcance
7.	Análisis del inventario de huella de agua <ul style="list-style-type: none"> <li>o Balance de agua</li> <li>o Inventario de datos de uso consuntivo</li> <li>o Inventario de datos de uso degradativo</li> </ul>
8.	Evaluación de los impactos de huella de agua <ul style="list-style-type: none"> <li>o Indicadores de impacto por categoría</li> <li>o Discusión de resultados y priorización de acciones</li> <li>o Análisis de incertidumbre</li> <li>o Limitaciones del estudio</li> </ul>
9.	Conclusiones y recomendaciones
10.	Referencias
11.	Anexos <ul style="list-style-type: none"> <li>o Evidencias</li> <li>o Fotografías</li> <li>o Cálculos</li> </ul>



## Medidas de reducción de huella de agua

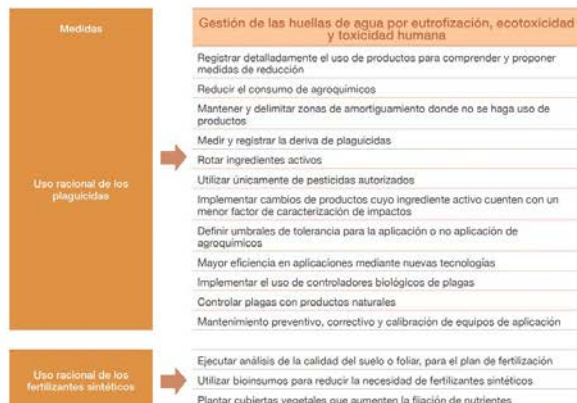
El indicador de huella de agua, al tener un enfoque de análisis de ciclo de vida, está expresado por **un conjunto de potenciales impactos en diferentes aspectos asociados al recurso hídrico.**

Por lo tanto, cuando se piensa en opciones de reducción de la huella, la empresa debe visualizar todas las buenas y mejores prácticas disponibles en el sector para hacer un uso más eficiente del agua y disminuir el uso de sustancias o actividades que afecten la calidad de ésta.



## Medidas de reducción de huella de agua (continuación)

**Ejemplos** de medidas de reducción de la huella de agua por toxicidad humana, ecotoxicidad y eutrofización.



## Ventajas de utilizar la guía de medición de huella de agua en la cadena de valor de la piña

- ✓ Brinda una **orientación detallada** para la elaboración de la huella de agua en el sector. .
- ✓ Contiene **ejemplos de casos** para la aplicación de las **metodologías** de cálculo para cada impacto potencial de la huella de agua.
- ✓ Es la **primera guía de medición de huella de agua** orientada a la cadena de valor de la piña.



# CREANDO CADENAS DE VALOR MUNDIALES RESPONSABLES **PARA FRUTAS TROPICALES SOSTENIBLES**

## CONTÁCTENOS

Proyecto de Frutas Responsables

[Responsible-Fruits@fao.org](mailto:Responsible-Fruits@fao.org)

<https://www.fao.org/markets-and-trade/responsible-fruits/es>

División de Mercados y Comercio

[www.fao.org/markets-and-trade/es/](http://www.fao.org/markets-and-trade/es/)

**Organización de las Naciones Unidas  
para la Alimentación y la Agricultura**

Roma, Italia

Con el apoyo de:



Ministerio Federal  
de Alimentación  
y Agricultura